COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MAI 1896,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle du noyau de fer de l'induit dans les machines dynamo-électriques;* par M. **Marcel Deprez**.

« On sait que l'induit d'une machine dynamo-électrique, dont l'enroulement est fait suivant le principe de Pacinotti, donne une force électromotrice beaucoup plus faible lorsque le noyau de fer est remplacé par un noyau en bois ou en toute autre substance isolante. L'augmentation considérable d'effet obtenue avec le noyau de fer est due à deux causes qui sont : 1° l'augmentation de la force électromotrice développée dans la partie de spires de l'enroulement qui est extérieure au noyau de fer; 2° la diminution de la force électromotrice développée dans la portion de ces mêmes spires qui est intérieure au noyau de fer.

» On explique ces deux effets de la manière suivante : La présence de

l'anneau de fer dans l'espace circulaire laissé libre entre les pièces polaires des inducteurs diminue beaucoup la *réluctance* du circuit magnétique et augmente par suite l'intensité du flux de force magnétique des inducteurs qui est donnée approximativement, comme on le sait, par la formule

$$\mathcal{F} = \frac{4\pi n I}{\mathcal{R}},$$

dans laquelle $\mathcal{R}$ représente la somme des réluctances des pièces de fer (inducteurs et induit) qui constituent le circuit magnétique et de la couche d'air comprise entre les pièces polaires et le noyau de fer induit. S'il n'y avait pas de noyau de fer dans l'induit, cette couche d'air aurait une épaisseur et par suite une réluctance considérable; en la diminuant considérablement par la présence du noyau de fer induit, on diminue d'autant la réluctance totale du circuit magnétique et on augmente $\mathcal{F}$ jusqu'à une limite qui correspond au cas où le noyau de fer viendrait toucher les pièces polaires.

» Quant à la diminution de la force électromotrice, développée dans la partie intérieure des spires de l'induit, elle serait due à ce que le flux de force émané de l'inducteur, trouvant dans le fer du noyau induit un chemin beaucoup moins résistant que l'espace aérien compris dans le cercle intérieur de ce noyau, passe en très grande partie par la partie métallique du noyau de fer et par conséquent ne coupe pas les fils intérieurs des spires. La faible portion du flux total qui traverse la zone intérieure du noyau contribue donc seule à la production de la force électromotrice nuisible, et l'on peut la rendre absolument négligeable en donnant à la partie annulaire du noyau une grande épaisseur.

» Telle est, en peu de mots, la théorie aujourd'hui enseignée partout et reproduite avec figures à l'appui dans tous les Traités d'électricité. Dans ces figures, les flux de force magnétique sont représentés par des lignes émergeant normalement des pièces polaires et pénétrant ensuite dans le noyau de fer induit dont elles parcourent symétriquement les deux demi-zones annulaires métalliques sans pénétrer dans la zone intérieure.

» Cette manière d'expliquer la raison pour laquelle les fils intérieurs ne produisent pas de force électromotrice paraît corroborée par l'examen des fantômes magnétiques, obtenus au moyen de la limaille de fer projetée dans les régions extérieure et intérieure à l'anneau de fer. Ces fantômes indiquent, en effet, un champ très énergique à l'extérieur de l'anneau et très faible à l'intérieur. Il est donc naturel de penser que la théorie actuelle

est exacte, puisqu'elle semble en parfait accord avec les faits. On peut la résumer en disant que l'emploi du fer placé dans un champ magnétique permet de modifier arbitrairement la distribution des flux de force de ce champ et de les empêcher de passer dans une région de l'espace où leur présence serait nuisible pour les rejeter dans une autre où elle devient utile.

» S'il en était réellement ainsi, on pourrait facilement utiliser cette propriété du fer pour construire une machine capable d'engendrer un courant rigoureusement continu par le déplacement d'un circuit fermé rigide dans un champ magnétique uniforme. On sait que ce résultat ne peut être obtenu lorsque le circuit est constitué par un fil formant une ou plusieurs spires complètes ne contenant pas de fer, parce que les flux de force du champ magnétique déterminent dans l'ensemble du circuit induit des forces électromotrices qui se neutralisent. Ceci va devenir plus clair par l'exemple suivant.

» Supposons que sur un disque en bois capable de tourner autour d'un axe horizontal dans un champ magnétique uniforme dont les lignes de force sont parallèles à l'axe de rotation, on fixe un fil métallique rectiligne allant du centre à la circonférence. Si l'on imprime à ce disque un mouvement de rotation, la force électromotrice développée aura pour expression

$$n\pi r^2 h,$$

n étant le nombre de tours par seconde; r la longueur du fil comptée depuis le centre; h étant l'intensité du champ supposé uniforme.

» L'expérience étant faite, entourons le fil d'un tube de fer très épais, de même longueur que lui, et remettons le système en mouvement à la même vitesse. Si l'on répète la construction graphique qui se trouve reproduite dans tous les Traités d'électricité lorsque l'on veut expliquer le rôle du noyau de fer des machines Pacinotti, on trouve que les lignes de force du champ magnétique ne pénètrent pas dans la zone intérieure du tube de fer et ne peuvent, par conséquent, développer dans le fil tournant aucune force électromotrice. Si le tube avait une épaisseur insuffisante, la même théorie classique nous apprend qu'une partie du flux de force pénétrerait dans la zone intérieure et développerait dans le fil une force électromotrice d'autant plus considérable que l'épaisseur du tube protecteur serait plus faible.

» Quand on fait l'expérience on constate que, quelle que soit l'épaisseur du tube, la force électromotrice développée est *rigoureusement* la même

que s'il n'y avait pas de tube. S'il en était autrement, il serait facile de construire une machine à courant rigoureusement continu sans balais et sans collecteurs donnant une force électromotrice aussi grande qu'on voudrait.

» La conclusion à tirer de cette expérience, c'est que les flux de force magnétique traversent le fer exactement comme les autres métaux. Quant à l'explication complète de l'expérience que je viens de signaler et que j'ai faite pour la première fois il y a trois ans, ainsi que des conséquences qui en découlent pour l'analyse du rôle de l'anneau de fer des machines du genre Pacinotti, je la ferai connaître dans une prochaine Communication.

» Je me contenterai, quant à présent, de signaler les conséquences suivantes de la théorie nouvelle dont je viens d'exposer le principe.

» *a*. Lorsque plusieurs masses magnétiques sont réparties d'une manière quelconque dans l'espace, les flux de force de chacune d'elles se propagent comme si les autres masses n'existaient pas.

» *b*. La force appliquée à une masse magnétique égale à l'unité placée en un point quelconque de l'espace a pour expression la valeur du *champ résultant* en ce point et la valeur de cette résultante est indépendante de l'état de repos ou de mouvement des masses agissantes; elle ne dépend que de leur intensité magnétique et de leurs coordonnées.

» *c*. La force électromotrice d'induction développée sur un élément de conducteur est, au contraire, une fonction du mouvement relatif que pourrait avoir cet élément par rapport à chacune des masses agissantes. Si, par exemple, l'une des masses agissantes est liée à l'élément induit de façon à être en repos relatif par rapport à lui, elle ne produira sur lui aucune force électromotrice d'induction.

» *d*. Il résulte de là que l'on ne peut nullement conclure la force électromotrice d'induction développée dans un conducteur par un ensemble de masses magnétiques dont les unes sont fixes (inducteurs), tandis que les autres sont en mouvement (armature), de l'examen des fantômes magnétiques qui existent dans les régions parcourues par le fil induit. »

HYDROLOGIE. — *Les nitrates dans les eaux potables ;* par M. **Th. Schlœsing.**

« Les considérations que j'ai développées dans ma Note du 13 avril, au sujet des nitrates contenus dans les eaux de source, s'appliquent aussi aux autres corps qui les accompagnent, sulfates et chlorures alcalins ou terreux, bicarbonates de chaux et de magnésie, silice, matière organique. Il

semble que la détermination complète de tous ces éléments n'est pas de trop, quand l'analyse chimique veut intervenir dans la question si délicate de la pureté des eaux potables. Toutefois, il m'a paru suffisant, au moins pour mettre à une première épreuve la nouvelle méthode, de m'en tenir au dosage des deux corps qui distinguent le mieux, dans la plupart des cas, les eaux d'infiltration des eaux de ruissellement, l'acide nitrique et la chaux. Ces éléments ont en outre, sur tous les autres, l'avantage de se prêter à des mesures rapides et très exactes.

» Grâce à l'autorisation qui m'a été accordée avec empressement par M. Humblot, inspecteur général des ponts et chaussées, et directeur du service des eaux, j'ai pu faire les prises d'échantillons aux débouchés mêmes des eaux de la Vanne, de la Dhuis et de l'Avre dans leurs réservoirs respectifs de Montsouris, Ménilmontant et Passy. Je vais présenter ensemble les résultats des analyses d'eau de Vanne et de Dhuys, qui donnent lieu aux mêmes observations, et à part ceux qui concernent l'Avre, parce qu'ils sont d'autre nature. Dans les Tableaux qui suivront, les quantités d'acide nitrique et de chaux, exprimées en milligrammes, sont rapportées à 1^{lit} d'eau.

Vanne.

	Acide nitrique.	Chaux.		Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr		mgr	mgr
4 mars 1895.......	10,08	111,2	28 septembre 1895..	9,81	125,3
2 avril...........	9,86	111,2	28 octobre.........	10,07	111,3
18 avril....... ..	10,14	110,6	26 novembre.......	10.00	112,4
28 avril...........	10,16	111,1	28 décembre.......	10,70	113,9
13 mai...........	10,13	113,6	29 janvier 1896....	11,34	111,3
1 juin............	9,51	115,8	21 février..........	10,95	114,3
4 juillet..........	9,81	116,3	27 février..........	10,86	115,4
1 août............	9,85	117,9	19 mars...........	10,57	114,4
27 août............	10,00	115,4	13 avril...........	10,82	113,1

Dhuis.

	mgr	mgr		mgr	mgr
9 mars 1895......	11,3	112,1	28 octobre 1895....	11,92	94,0
18 avril............	11,82	112,4	26 novembre.......	11,80	95,6
28 avril............	11,80	112,6	28 décembre.......	11,99	109,2
14 mai............	11,74	112,4	29 janvier 1896.....	11,30	106,9
1 juin............	11,65	106,5	27 février..........	12,03	103,8
4 juillet..........	11,93	104,8	18 mars............	11,03	»
31 juillet..........	11,90	103,3	13 avril............	11,82	118,5
27 août............	10,40	99,8			

» De ces chiffres on déduit les titres moyens de l'acide nitrique et de la chaux, et les plus grands écarts en deçà ou au delà de ces titres :

	Vanne.		Dhuis.	
	A. nitrique.	Chaux.	A. nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr	mgr	mgr
Titres moyens................	10,26	114,2	11,61	106,5
Écarts les plus grands au-dessus	+ 1,08	+ 11,1	+ 0,42	+ 12,0
ou au-dessous des titres.....	— 0,75	— 3,6	— 1,21	— 12,5

» On voit que l'écart le plus grand est, pour l'acide nitrique, d'environ $\frac{1}{10}$ des titres moyens; pour la chaux, il est un peu moindre dans l'eau de Vanne, un peu plus grand dans l'eau de Dhuis.

» Ces résultats, il est essentiel de le remarquer, sont fournis par une période assurément trop courte de quatorze mois consécutifs. Ils sont donc provisoires et pourront être modifiés par des recherches ultérieures.

» Il était très intéressant de comparer les titres nitrique et calcique avec les débits des sources. Ceux-ci sont fréquemment relevés par le service des eaux; M. Humblot a bien voulu me les communiquer. Dans le Tableau suivant, j'ai mis les plus forts et les plus faibles débits exprimés en litres et rapportés à la seconde en regard des titres nitriques et calciques correspondants :

Vanne.

Débits les plus forts.		Acide nitrique.	Chaux.	Débits les plus faibles.		Acide nitrique.	Chaux.
	lit				lit		
2 avril 1895...	1533	9,86	111,2	28 sept. 1895...	1166	9,81	125,3
29 janvier 1896.	1645	11,34	111,3	28 oct. »....	1120	10,07	111,3
21 février »...	1583	10,95	114,3	26 nov. »....	1132	10,00	112,4
9 mars »...	1576	10,57	114,7				

Dhuis.

14 mai 1895....	208	11,74	112,4	28 oct. 1895....	178	11,92	94,0
27 août ».....	186	10,40	99,8	26 nov. ».....	173	11,80	95,6
9 mars 1896...	215	11,03	»				

» Ces nombres ne font apparaître aucune relation entre les débits et les titres. Ainsi se trouvent confirmées les idées que j'ai exposées sur le déplacement des eaux dans les terrains et sur le mélange final des dissolutions formées à des époques différentes dans la couche végétale. D'après ces idées, les pluies, tout en influant sur les débits des sources par les déplacements qu'elles provoquent, doivent être isolément sans action notable sur la constitution moyenne des eaux ; c'est bien ce qui résulte du

Tableau précédent. Si, au contraire, au lieu de se réunir en un mélange moyen, les dissolutions formées par les eaux d'infiltration se rendaient aux sources avec la constitution essentiellement variable qu'elles acquièrent dans la couche végétale, les pluies agissant à la fois sur elles pour les diluer et sur les sources pour les gonfler, on verrait les titres nitriques et calciques baisser quand les débits s'élèvent, et s'élever quand les débits décroissent.

» D'autres observations sont suggérées par les graphiques qu'on établit, pour représenter les chiffres ci-dessus, en prenant les temps pour abscisses et les quantités d'acide ou de chaux pour ordonnées.

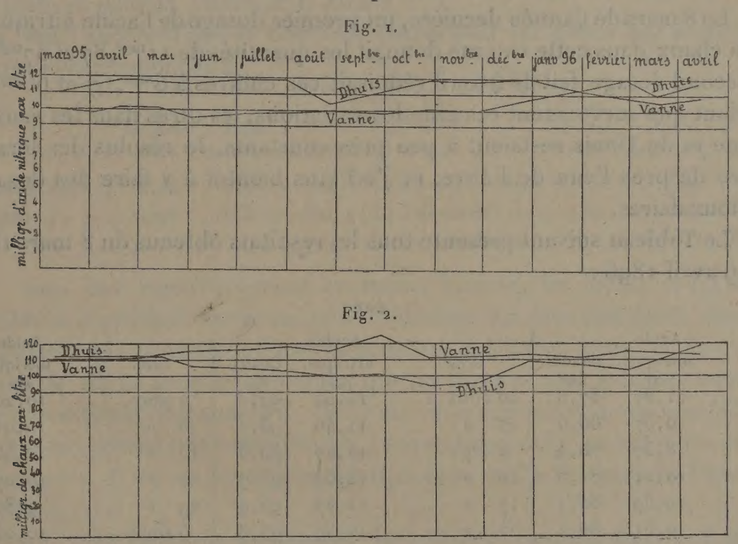


Fig. 1.

Fig. 2.

» Ces figures permettent de comparer entre elles, d'une part, les variations de l'acide dans les eaux de Vanne et de Dhuis, d'autre part, les variations de la chaux. On voit que ni les unes ni les autres ne sont concordantes; ce qui veut dire qu'elles paraissent indépendantes de circonstances qui seraient communes aux deux eaux, comme par exemple les conditions climatériques; il faut, selon toute probabilité, les attribuer à des accidents de terrain superficiels ou internes, différents dans les deux bassins des sources.

» Il n'y a pas non plus de concordance entre les variations de l'acide et de la chaux dans la même eau. La concordance existerait sûrement si les

nitrates et le bicarbonate de chaux se formaient dans un rapport constant; mais il en est tout autrement pour plusieurs raisons, dont il suffit de citer ici une seule, la variabilité du bicarbonate qui se fait et se défait incessamment selon que le sol perd ou gagne de l'eau, selon que la tension du gaz carbonique s'y abaisse ou s'y élève.

» En résumé, les résultats de mes analyses d'eaux de Vanne et de Dhuis me paraissent, jusqu'à présent, tels que les doivent fournir les eaux des vraies sources.

» J'en viens maintenant à l'eau de l'Avre.

» Le 8 mars de l'année dernière, un premier dosage de l'acide nitrique et de la chaux dans cette eau me donnait les quantités de $11^{mgr},87$ et $87^{mgr},6$; un second dosage fait le 4 avril réduisait ces chiffres à $6^{mgr},67$ et $66^{mgr},6$. Pendant que survenaient ces grandes variations, les titres dans les eaux de Vanne et de Dhuis restaient à peu près constants. Je résolus dès lors de suivre de près l'eau de l'Avre, et j'en vins bientôt à y faire des dosages hebdomadaires.

» Le Tableau suivant présente tous les résultats obtenus du 8 mars 1895 au 29 avril 1896 :

Avre.

1895.	Acide nitrique.	Chaux.	1895.	Acide nitrique.	Chaux.	1896.	Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr		mgr	mgr		mgr	mgr
8 mars.....	11,87	87,6	20 août.....	11,54	92,1	2 janv......	10,20	78,4
4 avril.....	6,67	66,6	27 »	11,40	93,2	8 »	10,01	78,5
16 »	8,57	76,4	3 sept.	12,27	93,5	15 »	10,38	83,8
23 »	10,21	81,5	10 »	12,63	93,7	22 »	10,07	82,9
29 »	10,59	84,1	17 »	12,57	95,9	29 »	9,84	82,4
10 mai	9.51	80,2	25 »	12,39	93,6	5 fév.	10,04	84,5
17 »	10,78	87,8	2 oct.	12,61	94,6	12 »	10,75	84,7
24 »	11,40	88,7	9 »	12,64	95,1	19 »	10,53	86,0
31 »	11,15	87,7	16 »	11,98	»	27 »	9,85	83,9
12 juin	11,75	89,8	23 »	11,92	92,6	4 mars.....	10,04	83,1
18 »	12,17	91,7	30 »	12,21	95,0	11 »	8,90	80,5
25 »	12,29	92,4	5 nov.	11,84	»	18 »	8,08	73,2
2 juill......	12,56	92,7	13 »	11,84	93,8	25 »	8,74	76,1
9 »	12,41	93,5	20 »	10,59	90,9	1 avril.....	9,84	83,0
16 »	12,65	94,2	27 »	10,90	90,0	8 »	8,28	78,8
23 »	12,80	»	4 déc.	10,17	87,0	15 »	9,15	83,1
30 »	12,49	94,2	11 »	10,51	86,2	22 »	7,96	78,1
6 août	11,78	91,8	18 »	10,24	86,4	29 »	8,27	80,5
13 »	11,25	90,7	26 »	10,40	»			

» Voici les titres moyens et les plus grands écarts en deçà ou au delà de ces titres :

	Acide nitrique.	Chaux.
	mgr	mgr
Titre moyen	10,84	86,3
Écarts les plus grands au-dessus ou au-dessous des titres moyens	+ 1,96	+ 9,6
	— 4,17	— 19,7

» Les plus grands écarts sont de $\frac{4,17}{10,84}$ ou $\frac{3,8}{10}$ du titre moyen nitrique et de $\frac{19,7}{86,3}$ ou $\frac{2,3}{10}$ du titre moyen calcique; ils dépassent beaucoup ceux que j'ai trouvés pour la Vanne et la Dhuis.

» Voici encore d'autres nombres concernant les débits des sources et les titres correspondants :

	Débits les plus forts.	Acide nitrique.	Chaux.		Débits les plus faibles.	Acide nitrique.	Chaux.
	lit.	mgr	mgr		lit.	mgr	mgr
4 avril 1895	1436	6,67	66,6	16 octobre 1895.	792	11,98	»
10 mai »	1296	9,51	80,2	5 novemb. »	739	11,84	»
				4 décemb. »	792	10,17	87,0

» Sans être rigoureusement en raison inverse, les débits et les titres semblent cependant varier en sens contraires. Le plus fort débit, observé le 4 avril 1895, correspond précisément aux moindres titres, et l'on peut constater, d'une manière générale, que les titres se sont élevés pendant la période estivale (mai-octobre), qui a été celle des débits moyens et faibles, et abaissés pendant la saison froide (novembre-avril), période des débits plus élevés. Il en est tout autrement, comme on l'a vu, pour la Vanne et la Dhuis.

» Mis sous forme de graphiques, les résultats compris dans le Tableau précédent suggèrent d'intéressantes observations.

» On remarque, dans le graphique des titres nitriques, une grande dépression le 4 avril 1895, qui pourrait bien correspondre au dégel survenu en mars, après les grands froids de février; une dépression moindre, mais encore considérable, s'est produite en mars et avril 1896, après les pluies qui ont fait déborder la Seine à Paris vers le 15 mars; on en voit encore une en août, après un mois de juillet qui a été le plus humide de l'année (87^{mm} à Verneuil).

» On remarque encore et surtout une similitude frappante entre les deux graphiques, à laquelle on n'était pas préparé par ceux de la Vanne

et de la Dhuis. Non seulement l'allure générale de ces graphiques est la même, mais encore la concordance se montre souvent dans leurs moindres détails. Cette similitude s'expliquerait de la façon suivante : l'eau de l'Avre, puisée à Paris, serait un mélange de deux sortes d'eaux : l'une, semblable à l'eau de la Vanne ou de la Dhuis, serait fournie par les infiltrations des pluies dans le bassin des sources; ses titres nitrique et calcique s'élèveraient au moins jusqu'aux plus hautes valeurs [1] trouvées

Fig. 3.

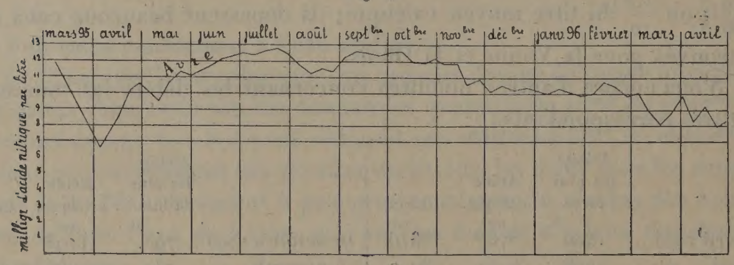
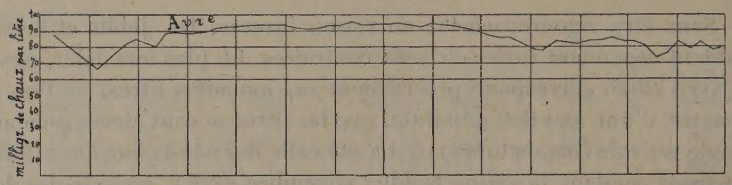


Fig. 4.



par mes analyses, $12^{mgr},8 - 95^{mgr},1$, et ne subiraient que des variations peu importantes ; dans l'autre, les deux titres seraient très inférieurs. Il est clair que, dans un pareil mélange, les deux titres pourraient subir des variations très amples, selon le rapport entre les volumes des deux eaux; de plus, les titres de l'eau riche s'abaissant plus ou moins, en même temps, selon la proportion de l'eau pauvre, éprouveraient des variations d'autant plus concordantes qu'elles seraient plus considérables.

---

(1) Au mois de février 1896, après une série de jours froids, j'ai trouvé :

	Acide nitrique.	Chaux.
Dans l'eau de l'Avre (rivière), puisée à Nonancourt......	$12^{mgr},62$	$90^{mgr},9$
Dans l'eau de la Blaise, puisée au-dessus de Dreux.......	$15^{mgr},47$	$92^{mgr},6$

» Si cette explication était fondée, la question se poserait, au point de vue de l'hygiène, de savoir d'où viendrait l'eau à faibles titres. Serait-ce, comme l'eau riche, de l'eau filtrée et épurée par le sol, mais fournie par l'infiltration des pluies dans un terrain inculte ou couvert de bois, où la formation des nitrates et du bicarbonate calcaire serait nulle ou peu importante? Serait-ce tout simplement de l'eau de ruissellement absorbée par un terrain trop perméable et conduite aux sources par des voies trop rapides? Amenée à ce point, la question serait surtout du ressort de la Géologie. Quant aux résultats de mes analyses tout ce que je me permettrai d'en dire, en manière de conclusion, c'est que, jusqu'à présent, ils paraissent moins satisfaisants pour l'Avre que pour la Vanne et la Dhuis.

» Je rapporterai, en terminant, une observation faite au cours de ces études. J'ai déjà dit que les dosages d'acide nitrique sont faits sur 4^{lit} d'eau que je réduis par vaporisation au volume de quelques centimètres cubes. Quand j'opère avec l'eau de l'Avre, je puis toujours poursuivre et achever la concentration dans un même ballon de 2^{lit} environ, malgré la formation du précipité de carbonate de chaux; ce précipité est toujours plus ou moins jaune ainsi que l'extrait sec qui contient les nitrates. L'eau de la Dhuis est le plus souvent dans le même cas que l'eau de l'Avre; seulement, le précipité est d'une nuance plus claire et l'extrait sec est moins jaune. Mais, parfois, il devient impossible de vaporiser les 4^{lit} dans un ballon, tant sont violents les soubresauts dus au dépôt calcaire; alors celui-ci est d'un blanc pur et l'extrait est presque incolore. En pareil cas, je fais deux parts de mes 4^{lit}; je les fais bouillir dans deux ballons, jusqu'à ce que le carbonate se soit totalement précipité; je laisse reposer, puis je vaporise les liquides clairs décantés dans un troisième ballon. C'est toujours ainsi que je suis obligé d'opérer quand j'ai affaire à l'eau de Vanne; avec elle, j'ai toujours un précipité cristallin d'un blanc pur, et un extrait incolore.

» Ces différences tiennent à la présence de matière humique, qui se précipite avec le calcaire, en habille les grains, les empêche de se souder et les maintient à l'état de poudre fine restant en suspension dans le liquide bouillant. J'ai constaté que 1^{cc} d'extrait de terreau contenant $0^{mgr},4$ de matière humique, ajouté dans chaque litre d'eau de Vanne, permet d'en vaporiser 4^{lit} dans le même ballon, sans danger de rupture. Ainsi, on peut dire que l'eau de Vanne ne contient pas trace sensible de matière humique; l'eau de la Dhuis est quelquefois aussi belle, mais elle contient souvent une trace de la matière en question. On en trouve toujours dans

l'eau de l'Avre, en quantité plus grande que dans l'eau de la Dhuis, mais néanmoins très faible. »

ASTRONOMIE. — *Sur les phénomènes crépusculaires et la lumière cendrée de Vénus;* par M. **Perrotin**.

« De tout temps, les observateurs, qui ont étudié d'une manière suivie l'aspect de Vénus, ont été frappés des apparences lumineuses qui se produisent parfois dans l'hémisphère obscur de la planète.

» Ces apparences se montrent, en général, entre les moments des plus grandes élongations et celui de la conjonction inférieure, et se voient plus facilement vers l'époque de cette dernière, lorsque le croissant est déjà très réduit et que la distance de l'astre à la Terre approche de sa plus petite valeur.

» Certaines d'entre elles ont une origine bien connue : elles sont le fait de lueurs crépusculaires semblables à celles que nous observons dans notre atmosphère, se manifestent dans des conditions parfaitement définies et portent sur des régions limitées de l'hémisphère opposé au Soleil.

» Il n'en est plus de même d'un phénomène qui, pour son intensité et la fréquence de ces apparitions, ne paraît soumis à aucune règle fixe et qui se nomme la *lumière cendrée de Vénus*. On en ignore la vraie cause. Elle n'est certainement pas, comme son nom semblerait l'indiquer, celle qui produit la lumière cendrée de la Lune, car, en l'absence de tout satellite, le seul corps qui pourrait renvoyer de la lumière sur Vénus ne peut être que la Terre, et il est facile de calculer que l'illumination provenant de cette source serait d'un effet complètement insensible. L'hypothèse la plus probable, celle qui rend le mieux compte des observations, a été émise, au commencement de ce siècle, par Harding, et beaucoup plus tard par Bessel. D'après ces astronomes, la cause de la lumière cendrée de Vénus serait la même que celle qui, chez nous, donne naissance au phénomène des aurores polaires.

» Dans un Mémoire récent sur ce sujet, M. Schiaparelli revient sur cette manière de voir, la développe et la rend encore plus vraisemblable en faisant intervenir dans la discussion des faits un élément fondamental qui faisait défaut à ses prédécesseurs, celui de la vraie durée du mouvement de rotation de la planète sur elle-même (225 jours en nombre rond).

» Ce savant fait justement remarquer que si l'opinion qu'il met de nou-

veau en avant est fondée, il est naturel d'admettre que, sur Vénus comme sur la Terre, les vives illuminations qui accompagnent les aurores polaires doivent avoir de préférence leur siège dans les régions de basse température [1]. Mais tandis que, sur la Terre, les phénomènes se trouvent localisés dans les seules zones qui avoisinent les pôles, sur la planète Vénus, dans la supposition absolument prouvée aujourd'hui, d'une durée de rotation égale à celle de la révolution sidérale, c'est un hémisphère tout entier, celui qui ne reçoit jamais les rayons du Soleil, qui deviendra le théâtre des grandes manifestations lumineuses des aurores polaires.

» Il y a plus encore; tout porte à croire que les choses se passeront d'une façon symétrique par rapport au rayon vecteur de la planète, c'est-à-dire tout autour du pôle froid de l'hémisphère obscur.

» Ce sont ces divers caractères que M. Schiaparelli a cru reconnaître, dans les observations, malheureusement peu nombreuses, qui ont été faites jusqu'à ce jour de la lumière cendrée.

» Il convient enfin d'ajouter que la symétrie ne sera, le plus souvent, qu'indiquée et que le voisinage du croissant lumineux de la planète pourra la masquer dans certaines de ses parties.

» En tenant compte de cette circonstance, les observations que nous avons eu l'occasion de faire sur le même objet, dans le cours de notre longue étude de Vénus, apporteront, croyons-nous, quelque éclaircissement sur une question aussi controversée. Dans tous les cas, les considérations qui précèdent en rendent la publication opportune.

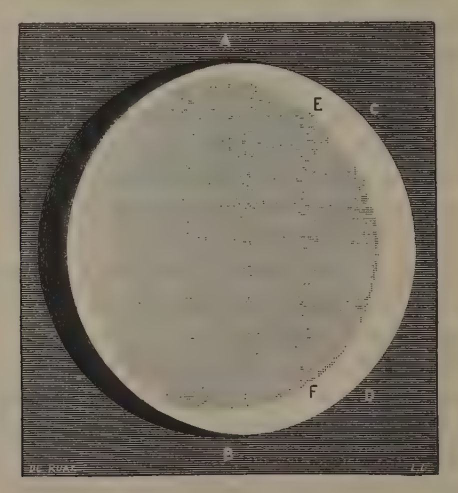
» Voici ces observations, résumées en quelques lignes et reproduites dans un dessin qui a été fait le 22 novembre 1890, jour où le phénomène s'est montré avec le plus de netteté :

» 1890. *Novembre* 16, 17 et 18. — Le 16 et le 17 le croissant se prolonge au delà de chacune des cornes d'une vingtaine de degrés environ; le 18 on croit voir la totalité du disque de la planète. Ce sont là des phénomènes crépusculaires.

---

(1) M. Schiaparelli s'exprime de la façon suivante : « Sur la Terre, les phénomènes des aurores polaires semblent étroitement liés à ceux du magnétisme terrestre; ceux-ci à leur tour semblent avoir une relation intime avec la rotation de notre globe : tout porte à croire qu'il s'agit là de mouvements électriques à la surface du globe et dans le sein de son atmosphère, très probablement dus à des mouvements de température et à des courants thermo-électriques. C'est certainement pour cette cause qu'il arrive que l'axe magnétique de la Terre est dans une direction peu différente de l'axe astronomique et que les manifestations des aurores polaires ont lieu de préférence dans les régions de basse température. »

» Le 22 novembre à $4^h 30^m$, on croit encore distinguer tout le disque; mais ce qu'on voit le mieux est une vaste région lumineuse (EF) à peu près concentrique au pôle de l'hémisphère obscur, qui occupe la plus grande portion d'une calotte sphérique dont la ligne de terminaison s'arrête à 30° ou 40° du bord obscur. En se rapprochant du croissant de la planète la lumière diminue d'intensité. Par instants, on entrevoit des lueurs au-dessous et dans le voisinage des cornes; ce fait prouve que la lumière s'étend jusque dans cette portion du disque. La courbe qui en marque la limite du côté du bord obscur paraît légèrement elliptique. Tout ceci est bien de la lumière cendrée.



1890 Novembre 22, $4^h 30^m$.

» Les observations précédentes sont faites avec l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture; on les renouvelle le 24 novembre avec celui de $0^m,76$ et l'on croit distinguer le bord obscur; mais on voit surtout la lumière cendrée, notamment dans la région EF.

» Le 25 novembre [1], de $2^h 30^m$ à $3^h 30^m$, on aperçoit le disque complet; le prolongement de chacune des cornes (AC, BD) est d'à peu près 40°. La portion intermédiaire (CD) du bord du disque se soupçonne, mais ce qui frappe le plus est la partie EF de la lumière intérieure. Il y a là, sûrement, un effet de lumière cendrée. A $3^h 30^m$ l'existence de cette dernière ne fait plus de doute; il semble seulement qu'aujourd'hui son éclat soit plus accusé vers la corne australe que vers la corne boréale.

» De plus, en raison de la plus grande proximité du Soleil, le phénomène ne se montre avec netteté que dans la portion EF, où il était tous ces jours-ci plus facilement visible.

» Après la conjonction inférieure, on réobserve Vénus les 8, 9, 10 et 14 décembre; l'aspect est celui du mois de novembre en ce qui concerne la lumière crépusculaire;

---

[1] De nouveau avec l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture.

c'est ainsi que le 14 le bord paraît éclairé au delà de chacune des cornes sur une étendue de 25° à 30°; mais il n'est plus question de la lumière cendrée qu'on croit soupçonner une fois seulement, et beaucoup plus tard, le 4 janvier 1891 entre 8^h et 9^h du matin (1).

» 1895. — Les 16 et 17 juin, à l'observatoire du mont Mounier, M. Javelle pense distinguer en plein jour la totalité du disque de la planète; je vois, de mon côté, ce phénomène, après le coucher du Soleil, mais je constate que c'est seulement une partie du disque qui est ainsi éclairée; la lumière s'arrête avant d'atteindre le bord du limbe et paraît limitée par une courbe de forme elliptique. A notre avis, le phénomène est de nature crépusculaire.

» Le 30 août, vers 5^h, on note une apparence semblable, mais il est difficile d'en déterminer le caractère. Le croissant de la planète se prolonge au delà de chaque corne sur une longueur de 15° environ, un peu plus peut-être du côté de la corne boréale que de la corne australe.

» Ces observations se rapportent à deux ordres de faits distincts : les uns, relatifs à la lumière crépusculaire, se traduisent généralement par une illumination du bord obscur et des régions voisines du croissant (16 et 17 juin 1895); les autres se manifestent par la présence, dans l'intérieur du disque, d'une portion de calotte sphérique lumineuse ayant à peu près pour centre le pôle de l'hémisphère obscur de la planète. Le 22 novembre 1890, notamment, la lumière cendrée se détache sur le fond noir du disque et dessine la plus grande partie d'un second disque lumineux, intérieur au premier et d'un moindre diamètre.

» La netteté des phénomènes observés (en novembre 1890 surtout), les changements d'aspect qui se sont produits avant et après la conjonction inférieure, dans des conditions identiques en ce qui concerne les positions relatives du Soleil, de Vénus et de la Terre, nous permettent d'affirmer que nous n'avons pu être le jouet d'une illusion quelconque, de celle notamment qui pourrait provenir de l'achromatisme de l'objectif.

» Les faits que nous signalons peuvent donc prendre place à côté de ceux qui ont été recueillis, à cet égard, par d'autres astronomes. Leur publication se trouverait d'ailleurs suffisamment justifiée si elle avait pour résultat d'appeler de nouveau l'attention sur des phénomènes, dont les seuls caractères généraux une fois connus, abstraction faite de la cause qui les produit, sont destinés à fournir une vérification précieuse, sinon une confirmation de la découverte de M. Schiaparelli sur la rotation de la planète Vénus, découverte que, pour des raisons exposées dans des

---

(1) Ces observations ont été faites à Nice

Notes antérieures, nous considérons, quant à nous, comme définitivement acquise à la Science. »

M. **Darboux**, en présentant le t. IV et dernier de ses *Leçons sur la Théorie générale des surfaces et sur les applications géométriques du Calcul infinitésimal*, s'exprime en ces termes :

« En présentant à l'Académie le t. IV et dernier d'un Ouvrage dont la publication a été commencée en 1887, je tiens à remercier, en même temps que mes lecteurs, dont la bienveillance m'a encouragé à terminer une tâche qui s'accroissait sans cesse, mon Confrère M. Émile Picard, MM. Kœnigs et E. Cosserat, qui m'ont fait le grand honneur d'écrire chacun une des Notes qui terminent le Volume. Je ne dois pas oublier non plus nos excellents éditeurs, MM. Gauthier-Villars, dont le concours empressé et habile ne m'a fait défaut à aucun moment pendant le cours de cette publication, qui a été accueillie avec une faveur dont je voudrais qu'elle fût plus digne. »

M. **Appell** présente à l'Académie le deuxième Volume de son « Traité de Mécanique rationnelle » ; ce Volume contient la Dynamique des systèmes et la Mécanique analytique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Poisson** soumet au jugement de l'Académie « un projet de multiplicateur des courants électriques ».

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

M. **Ch. Boehm** adresse la description et le dessin d'un appareil à miroir destiné à l'examen médical des cavités.

(Commissaires : MM. Potain, Guyon.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** appelle l'attention sur l'Ouvrage publié, sous les auspices de l'Académie, par M. *de Mély* sous le titre : « Les Lapidaires chinois ». Cet Ouvrage est fort important pour l'histoire de la Minéralogie et de la Chimie, tant en raison des faits qu'il expose que de l'origine des notions scientifiques qui y sont contenues et de leurs relations indirectes avec la science grecque, origine de la presque totalité des sciences des autres peuples.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les substitutions régulières non linéaires.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Au Chapitre V de mon Mémoire : *Sur la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré* (*Journal de l'École Polytechnique*, LXIe et LXIIe Cahiers), j'ai introduit les substitutions *régulières* dans l'espace, qui ont la double propriété d'être birationnelles et d'admettre un invariant différentiel Φ, dont l'évanouissement identique caractérise les courbes intégrantes. Ayant, au Chapitre VI, construit les régulières linéaires, je passe maintenant aux non linéaires. L'intérêt du problème provient de ce que les régulières coïncident, au choix des variables près, avec les transformations birationnelles planes de contact, dont le rôle est si important dans la théorie des équations différentielles du premier ordre.

» Quand on considère une substitution plane Cremona et son inverse, apparaissent des relations remarquables, bien connues maintenant, entre les deux réseaux homaloïdes, les points fondamentaux, les courbes fondamentales. Lorsqu'on passe à l'espace, tous ces faits subsistent, mais en se compliquant. M. Nœther (*Math. Ann.*, t. III, p. 547 à 580) a commencé, sur la birationnalité dans l'espace, une étude dont les recherches actuelles sont la généralisation, avec, en plus, les sujétions qu'entraîne l'existence de Φ. Une terminologie spéciale est nécessaire.

» Soient donc, en coordonnées homogènes, x_j, $j=1, 2, 3, 4$, une régulière s et son inverse s',

$$s=\binom{m_s}{m_{s'}}=|x_j\,\varphi_j(x)|,\qquad s'=\binom{m_{s'}}{m_s}=|x_j\,\psi_j(x)|,$$

où les φ et les ψ sont des formes quaternaires en x_j, de degrés m_s et $m_{s'}$

respectivement, avec les relations

$$\varphi_j(\psi) = x_j \mathrm{P}, \qquad \psi_j(\varphi) = x_j \mathrm{Q}.$$

» Nommons $\mathfrak{F}_s$ la surface générale, de degré m_s, du système $\Sigma c_j \varphi_j = 0$, $c_j =$ const. arbitraire. $\mathfrak{F}_s$ possède un ensemble de points et de courbes fixes, constituant l'*ossature* de s. L'ossature comprend des courbes *nadiriques* N_s, sur lesquelles le point courant est un *nadir* n_s (ma Note des 9 et 30 décembre 1895) et un nombre fini de zéniths z_s. L'image par s d'un z_s est un groupe de *surfaces zénithales* $\mathfrak{Z}_s$; l'image d'un n_s est un groupe de *courbes nadirales* $\mathfrak{N}_s$. Quand n_s parcourt sa N_s, la $\mathfrak{N}_s$ correspondante peut ou bien rester fixe et devenir une courbe ν_s, ou bien engendrer une *surface nadirale* $\mathfrak{U}_s$. Un facteur irréductible sera *nadiral* $[\mathfrak{U}_s]$ ou *zénithal* $[\mathfrak{Z}_s]$, si son évanouissement fournit l'équation d'une $\mathfrak{U}_s$ ou d'une $\mathfrak{Z}_s$ respectivement. Posons enfin $\varphi_{ji} = \dfrac{\partial \varphi_j}{\partial x_i}$; nommons D_s le déterminant des φ_{ji}, jacobien des φ_j, et

$$\begin{pmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{pmatrix}_s = \begin{vmatrix} \varphi_{\alpha\gamma} & \varphi_{\alpha\delta} \\ \varphi_{\beta\gamma} & \varphi_{\beta\delta} \end{vmatrix}.$$

Il y aura de même des $z_{s'}$, $n_{s'}$, $\mathfrak{Z}_{s'}$, $\mathfrak{N}_{s'}$, $\mathfrak{U}_{s'}$, ..., $\mathrm{D}_{s'}$, ...

» Voici maintenant les principales propriétés des régulières s et s' :

» I. On a

$$m_s = m_{s'}^2 - \Sigma \text{ des degrés des } \mathrm{N}_{s'}; \qquad m_{s'} = m_s^2 - \Sigma \text{ des degrés de } \mathrm{N}_s.$$

» II. Il existe deux formes quaternaires L_s et M_s de même degré, telles que

$$\mathrm{L}_s \mathrm{M}_s = \mathrm{D}_s, \qquad \mathrm{L}_s + \mathrm{M}_s = \begin{pmatrix} 12 \\ 12 \end{pmatrix}_s - \begin{pmatrix} 34 \\ 12 \end{pmatrix}_s - \begin{pmatrix} 12 \\ 34 \end{pmatrix}_s + \begin{pmatrix} 34 \\ 34 \end{pmatrix}_s;$$

pour qu'un facteur soit $[\mathfrak{Z}_{s'}]$ ou $[\mathfrak{U}_{s'}]$ il faut et il suffit qu'il divise D_s; un $[\mathfrak{Z}_{s'}]$ divise L_s au moins deux fois; s multiplie Φ par L_s.

» III. Une courbe nadirale est une intégrante; une courbe ν_s est aussi une $\mathrm{N}_{s'}$.

» IV. Une $\mathfrak{Z}_s$ coupe $\mathfrak{F}_{s'}$ exclusivement suivant des $\mathrm{N}_{s'}$; une $\mathfrak{U}_s$ coupe $\mathfrak{F}_s$ exclusivement suivant des $\mathrm{N}_{s'}$ et des $\mathfrak{N}_s$; les intégrantes de $\mathfrak{F}_{s'}$ sont des courbes unicursales de degré m_s, qui rayonnent autour d'un *pivot* (ma Note du 28 mai 1894); les $\mathrm{N}_{s'}$, dont la $\mathfrak{U}_{s'}$ est située sur la surface $\mathrm{L}_s = 0$, sont des pivotales pour $\mathfrak{F}_{s'}$.

» Toutes ces particularités sont aisément vérifiables sur la régulière sui-

vante :

$$s = s^{-1} = s^{1} = \begin{vmatrix} x_1 & x_4^2 \\ x_2 & x_4(x_3x_4 - x_1x_2) \\ x_3 & x_4(3x_1x_3 + x_3x_4) \\ x_4 & x_1x_4^2 \end{vmatrix} = \binom{3}{3}.$$

» L'ossature de $\mathfrak{F}_s$ est la droite double $x_1 = x_4 = 0$, et la nodale $x_2 = x_4 = 0$; $\mathfrak{F}$ est une surface cubique réglée. $x_1 = x_4 = 0$ est à la fois une N_s et une ν_s; le point $x_1 = x_4 = x_3 = 0$ est un z_s; la $\mathfrak{Z}_s$ est le plan $x_4 = 0$; la $\mathfrak{U}_s$, qui correspond à la N_s, $x_2 = x_4 = 0$, est le plan $x_1 = 0$.

» Il n'existe pas de régulière $\binom{2}{\cdot}$; dans une Communication ultérieure, j'étudierai les régulières non linéaires les plus simples, c'est-à-dire $\binom{3}{3}$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration élémentaire d'un théorème de M. Picard sur les fonctions entières.* Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Picard.

« Je me propose de donner une démonstration directe d'un théorème de M. Picard sur les fonctions entières, d'après lequel une fonction entière ne devenant égale ni à a ni à b $(a \neq b)$ se réduit nécessairement à une constante. La question se ramène à prouver l'impossibilité d'une relation de la forme

(1) $$e^{G(z)} + e^{G_1(z)} = 1,$$

G et G_1 étant des fonctions entières. Nous poserons, n étant un entier positif, nul ou négatif,

(2) $$G_1(z) - 2ni\pi = e^{\Gamma_n(z)}.$$

» Soit $M(r)$ le maximum de $|G(z)|$ lorsque $|z| \leqq r$, $A(r)$ la plus grande valeur positive de la partie réelle P de $G(z)$ lorsque $|z| = r$ et $-B(r)$ la plus grande valeur négative de P pour $|z| = r$. A l'aide de G_1 et de Γ_n, nous définirons de même M_1, A_1, B_1, μ_n, α_n, β_n. Nous désignerons par K une constante qui ne sera pas la même dans toutes nos inégalités, mais qui sera comprise entre des limites finies, par exemple entre 0,001 et 1000; nous remarquerons que M, A, B, ... augmentent indéfiniment avec r et nous supposerons $|z|$ assez grand pour qu'ils soient très grands par rapport aux

termes constants de G et G_1. Posons, a_0 et a'_0 étant réels, ainsi que P et Q,

$$G(z) = a_0 + ia'_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_m z^m + \ldots = P(r, \theta) + iQ(r, \theta).$$

» On a manifestement (Cf. HADAMARD, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1053)

$$\pi r^m a_m = \int_0^{2\pi} P(\theta, r) e^{-im\theta}\, d\theta, \qquad 2\pi a_0 = \int_0^{2\pi} P\, d\theta,$$

$$\pi r^m |a_m| < \int_0^{2\pi} |P|\, d\theta.$$

$$\pi r^m |a_m| + 2\pi a_0 < \int_0^{2\pi} (|P| + P)\, d\theta < 4\pi A(r).$$

$$\pi r^m |a_m| - 2\pi a_0 < \int_0^{2\pi} (|P| - P)\, d\theta < 4\pi B(r).$$

» Supposons que le module de z soit inférieur ou égal à un nombre $\rho < r$; nous aurons

$$|G(z)| < |a_0| + |a'_0| + (4A(r) + 2|a_0|)\left(\frac{\rho}{r} + \frac{\rho^2}{r^2} + \ldots\right),$$

et, par suite,

$$M(\rho) < K \frac{\rho A(r)}{r - \rho}. \tag{3}$$

» La même inégalité a lieu en remplaçant A par B ou en introduisant A_1, B_1, M_1. Pour α_n, β_n, μ_n, il faut remarquer que dans Γ_n le terme constant est, lorsque n est grand, de l'ordre de grandeur de $\log|n|$ (nous pouvons supposer que le coefficient de i est compris entre $-\pi$ et $+\pi$); on aura donc [1]

$$\mu_n(\rho) < K\rho \frac{\alpha_n(r) + \log|n|}{r - \rho}. \tag{4}$$

» Cela posé, nous pouvons donner à z une valeur z_0 ayant un module donné r et telle que la partie réelle de $G(z)$ soit égale à $-B(r)$; on a alors

$$|e^{G_1(z_0)} - 1| = e^{-B(r)},$$

et, par suite, n étant un entier déterminé,

$$|G_1(z_0) - 2ni\pi| < K e^{-B(r)}.$$

---

[1] Dans cette inégalité et les suivantes, lorsque n est nul, $\log[n]$ doit être remplacé par zéro.

» On a d'ailleurs évidemment, puisque $|z_0| = r$,

(5) $$|2n\pi| < M_1(r) + Ke^{-B(r)} < KM_1(r);$$

or

(6) $$G_1(z_0) - 2ni\pi = e^{\Gamma_n(z_0)};$$

on a donc

$$|\Gamma_n(z_0)| > KB(r),$$

et, *a fortiori*,

(7) $$\mu_n(r) > KB(r).$$

» De même, si $R > r$, d'après (2) et (5),

$$e^{\alpha_n(R)} < M_1(R) + |2n\pi| < KM_1(R),$$

(8) $$\alpha_n(R) + \log|n| < K \log M_1(R).$$

En remplaçant dans (4) r et ρ par R et r et tenant compte de (7) et (8), on a

$$B(r) < K\mu_n(r) < KR \frac{\log M_1(R)}{R - r}.$$

Or, ρ étant inférieur à r, on a, d'après (4),

$$A(\rho) < M(\rho) < K \frac{\rho B(r)}{r - \rho}.$$

» D'autre part, d'après (1), on a $A_1(\rho) < KA(\rho)$; donc, si $\rho' < \rho$, on a

$$M_1(\rho') < K \frac{A_1(\rho)}{\rho - \rho'} < K \frac{A'(\rho)}{\rho - \rho'} < K \frac{\rho\rho' B(r)}{(r - \rho)(\rho - \rho')} < K \frac{R\rho\rho' \log M_1(R)}{(R - r)(r - \rho)(\rho - \rho')}.$$

» En supposant $R - r = r - \rho = \rho - \rho'$, on en conclut

$$M_1(R) > K \frac{(R - \rho')^6}{R^6} [M_1(\rho')]^2.$$

» Il suffit de faire successivement $\rho' = \lambda$, $R = \lambda + h$; $\rho' = \lambda + h$, $R = \lambda + h + \frac{h}{2}$; $\rho' = \lambda + h + \frac{h}{2}$, $R = \lambda + h + \frac{h}{2} + \frac{h}{4}$; ..., pour constater que si $M_1(\lambda)$ est assez grand et h convenablement choisi, $M_1(\lambda + 2h)$ dépasse toute quantité assignable; le rayon de convergence de $G_1(z)$ serait donc au plus égal à $\lambda + 2h$.

» Je termine en énonçant la proposition suivante qui, pour moi, n'est pas douteuse, bien que je ne l'aie point démontrée rigoureusement en

général : $G(z)$ étant une fonction entière, M. Hadamard a indiqué une limite supérieure $\varphi(r)$ du nombre des racines de module inférieur à r; *parmi les équations* $G(z) = P(z)$, *dans lesquelles* $P(z)$ *est un polynome, il y en a au plus une telle que le nombre de ses racines de module inférieur à* r *soit, pour* r *très grand, inférieur à* $\log\varphi(r)$. »

Remarques sur la Communication de M. Borel; par M. **Émile Picard.**

« Tous les géomètres admireront l'analyse si profonde que communique M. Borel. Bien des tentatives avaient été faites sans succès pour trouver, sans recourir à la théorie des fonctions elliptiques, une démonstration directe et élémentaire du théorème en question. M. Hadamard seul, à ma connaissance, avait fait un essai heureux, mais il avait dû se limiter à certaines classes de fonctions entières, comme on peut le voir dans son beau Mémoire couronné, il y a trois ans, par l'Académie.

» Je souhaite maintenant que M. Borel puisse étendre, s'il est possible, son analyse à la démonstration du second théorème que j'ai donné sur les fonctions entières, et d'après lequel une fonction entière $f(z)$ se réduit nécessairement à un polynome si les deux équations

$$f(z) = a, \qquad f(z) = b$$

ont seulement un nombre limité de racines.

» Il serait aussi très intéressant de pouvoir démontrer directement, comme je l'ai établi par une voie détournée, qu'une fonction uniforme prend rigoureusement une infinité de fois toutes les valeurs possibles dans le voisinage d'un point singulier essentiel isolé, à l'exception seulement au plus de *deux* valeurs; mais, quoique comprenant comme cas particuliers les théorèmes précédents, ce résultat est au fond d'une nature plus complexe, et il est peut-être à présumer que dans ce cas une analyse du genre de celle de M. Borel ne suffira pas pour arriver à la démonstration. »

MÉCANIQUE. — *Sur les solutions périodiques du problème du mouvement d'un corps pesant quelconque, suspendu par un de ses points.* Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. H. Poincaré.

« En appliquant les méthodes de M. Poincaré au problème du mouvement d'un corps pesant quelconque, suspendu par un de ses points, je

suis parvenu à démontrer rigoureusement l'existence d'une infinité de solutions périodiques de ce problème.

» J'ai pris pour point de départ le mouvement à la Poinsot.

» Si l'on fait abstraction de l'angle ψ d'Euler, qui donne la loi de la précession, et dont l'expression en fonction du temps est fournie par une quadrature, après qu'on a trouvé les valeurs d'intégration des rotations des deux autres angles d'Euler θ, φ, on sait que les équations du mouvement d'un corps solide pesant, suspendu par un point, sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
A\frac{dp}{dt} &= (B-C)qr + \mu(b\gamma''-c\gamma'), & \frac{d\gamma}{dt} &= r\gamma'-q\gamma'',\\
B\frac{dq}{dt} &= (C-A)rp + \mu(c\gamma-a\gamma''), & \frac{d\gamma'}{dt} &= p\gamma''-r\gamma,\\
C\frac{dr}{dt} &= (A-B)pq + \mu(a\gamma'-b\gamma), & \frac{d\gamma''}{dt} &= q\gamma-p\gamma'.
\end{aligned}$$

» Dans ces équations, γ, γ', γ'' sont les cosinus directeurs de la nadirale et a, b, c, μ les cosinus directeurs et la longueur de la droite qui joint l'origine au centre de gravité. Le poids du corps est pris égal à l'unité.

» Si l'on fait $\mu = 0$, on a un mouvement à la Poinsot et, si l'on suppose l'axe des moments de quantités de mouvement dirigé suivant la nadirale, les six équations ci-dessus admettent comme solutions les expressions

$$\begin{aligned}
p &= f\,\mathrm{cn}(\omega t), & q &= -g\,\mathrm{sn}(\omega t), & r &= h\,\mathrm{dn}(\omega t),\\
\gamma &= f_1\,\mathrm{cn}(\omega t), & \gamma' &= -g_1\,\mathrm{sn}(\omega t), & \gamma'' &= h_1\,\mathrm{dn}(\omega t),
\end{aligned}$$

où f, g, h, f_1, g_1, h_1, ω sont des constantes.

» Ces expressions sont périodiques et admettent la période réelle $\frac{4K}{\omega}$.

» On peut alors se demander si, μ étant petit, et pour des données initiales voisines de celles qui conviennent au mouvement à la Poinsot, les équations n'admettent pas encore des solutions périodiques, admettant une période voisine de la période ci-dessus. Cette question exige la discussion de certains déterminants fonctionnels, formés avec des fonctions dépendant d'un système d'équations aux dérivées ordinaires, linéaires, à coefficients doublement périodiques. Le résultat de cette discussion, qui ne saurait trouver place ici, c'est l'existence démontrée d'une infinité de solutions périodiques pour les petites valeurs de μ, c'est-à-dire pour le cas d'un corps de forme quelconque, dont le point de suspension est voisin du centre de gravité. »

MÉCANIQUE. — *Sur la rotation des solides et le principe de Maxwell.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, le 27 avril dernier, M. Joukovski fait observer que le problème particulier, concernant la rotation des solides, auquel se rapportait ma précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 903, 1895), a été étudié dans des Recueils étrangers, d'abord par M. Hess, en 1890, puis par MM. Nekrassov, Mlodzieiowski et M. Joukovski lui-même.

» Les publications rappelées par ce savant, écrites pour la plupart dans une langue qui m'est inconnue, avaient échappé à mon attention, ce dont j'ai le plus vif regret.

» Je demande cependant à l'Académie la permission d'ajouter, au sujet du même problème, une proposition qui n'a point été indiquée jusqu'ici et à laquelle mes recherches m'ont fait parvenir.

» Elle consiste en ce que, malgré la présence d'une *équation invariante* algébrique quand les deux conditions

$$(1)\qquad \beta = 0, \qquad A(B-C)\alpha^2 = C(A-B)\gamma^2,$$

sont satisfaites, *il n'existe alors aucune intégrale uniforme*, différente des trois intégrales communes à tous les cas.

» Cette constatation m'a semblé présenter un double intérêt :

» 1° On possède ainsi un cas, le premier qui soit signalé à ma connaissance, dans lequel les conditions trouvées nécessaires par M. Poincaré pour la possibilité d'une quatrième intégrale uniforme, toujours vérifiées dans le problème de la rotation, ne sont pas suffisantes.

» 2° Dans la question de Mécanique dont il s'agit, *le principe énoncé par Maxwell est en défaut.*

» Il convient, pour s'en assurer, de choisir les données initiales du mouvement de telle façon que l'équation invariante

$$(2)\qquad A\alpha p + C\gamma r = 0$$

soit vérifiée.

» Alors, puisqu'il n'existe pas d'intégrale uniforme, hormis celles qui

sont vraies dans tous les cas, l'expression

$$A\alpha p + C\gamma r,$$

qui n'est pas déterminée par ces dernières, devrait, si le principe de Maxwell était exact, pouvoir approcher à volonté d'une valeur donnée arbitraire, ce qui est manifestement inadmissible, puisque l'équation (2) est invariante.

» On conçoit sans peine que des circonstances analogues doivent s'offrir toutes les fois que, dans un problème de Mécanique, une équation invariante uniforme, ou, d'une manière plus générale, un système invariant de relations uniformes entre les inconnues existe, sans être accompagné d'intégrales uniformes correspondantes. »

PHYSIQUE. — *Observations relatives à la note de M.* Dongier *sur un procédé de mesure des biréfringences*. Note de M. **Georges Friedel**, présentée par M. Lippmann.

« M. Lippmann a présenté à l'Académie, dans sa séance du 10 février 1896, une Note de M. R. Dongier relative à un procédé de mesure des biréfringences en lumière monochromatique. Ce procédé a fait l'objet d'une Communication de ma part à la séance de l'Académie du 6 février 1893, et a été décrit à la même époque avec plus de détails au *Bull. de la Soc. Min.*, t. XVI, p. 19. J'en indiquais, en même temps, un autre analogue, basé sur l'emploi d'un seul quart d'onde, procédé non seulement plus simple, mais susceptible d'une précision beaucoup plus grande, et qui donne d'excellents résultats. On en trouve l'indication dans le *Traité d'Optique* de M. Mascart, t. III, p. 676. Je me suis servi de l'un et de l'autre pour la mesure des biréfringences sous le microscope, mais la supériorité de la méthode basée sur l'emploi d'un seul quart d'onde est telle que c'est, je pense, faire un pas en arrière que de revenir à la variante que M. Dongier expose aujourd'hui comme nouvelle. J'emploie journellement, pour la mesure des biréfringences, le dispositif consistant à placer le quart d'onde fixe au-dessus du minéral également fixe, et à observer l'extinction au moyen d'un nicol analyseur mobile muni d'un index courant sur un limbe gradué adapté au tube de l'instrument. Ces procédés, que j'ai indiqués le premier, sont à ma connaissance les seuls qui permet-

tent de mesurer avec précision les très petits retards donnant des teintes de polarisation grises du premier ordre. En employant la lumière blanche, avec un quart d'onde choisi pour le jaune correspondant à la teinte sensible, et en observant non une extinction, mais l'apparition de la teinte sensible, on obtient des mesures rapides et en même temps précises, qui ne peuvent être obtenues par aucun des moyens en usage antérieurement, surtout s'il s'agit de faibles retards. J'en fais actuellement l'application à l'étude des variations de la biréfringence de l'analcime sous l'influence d'une déshydratation progressive; cette biréfringence, étant de l'ordre de la quatrième décimale, ne pouvait être mesurée sur des lames relativement minces par aucun autre procédé d'application facile et rapide. La méthode me semble devoir rendre des services, tant pour les mesures rapides de la Pétrographie que pour les recherches précises de Cristallographie et je tiens pour cette raison à en revendiquer l'invention. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'abaissement des potentiels explosifs dynamiques par la lumière ultra-violette et l'interprétation de certaines expériences de* M. Jaumann. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai montré antérieurement ([1]) que sous l'action de la lumière ultra-violette, les potentiels explosifs dynamiques subissent un abaissement plus considérable que les potentiels statiques.

» En opérant avec la lumière de l'arc voltaïque, suivant la méthode décrite précédemment ([1]), on n'observe, dans certains cas, aucune différence nettement appréciable entre les abaissements statique et dynamique.

» Pour trouver la raison de cette anomalie, je fus conduit à préciser davantage les conditions qui différencient la charge statique de la charge dynamique d'un excitateur.

» L'abaissement des potentiels explosifs par la lumière ultra-violette peut être représenté par la loi générale suivante :

» *L'abaissement du potentiel explosif d'un excitateur sous l'action des radiations ultra-violettes est une fonction croissante paire de la vitesse de variation du potentiel* $\frac{\partial V}{\partial t}$, *à l'instant où l'étincelle éclate.*

([1]) *Comptes rendus* du 20 janvier 1896.

» On peut tirer de cette proposition un certain nombre de conséquences qui ont été vérifiées par l'expérience. Je ne mentionnerai que les suivantes :

» Dans la charge dynamique déjà citée :

» I. Si l'étincelle éclate pour un potentiel de plus en plus voisin du potentiel maximum V', $\frac{\partial V}{\partial t}$ tend vers 0, *l'abaissement du potentiel explosif dynamique tend vers l'abaissement statique.*

» II. Si l'on observe un abaissement du potentiel explosif plus grand que dans la charge statique, c'est que l'étincelle dynamique a éclaté à un instant où $\frac{\partial V}{\partial t} > 0$, par suite *à un potentiel v inférieur au potentiel maximum* V'.

» On démontre expérimentalement ces diverses conséquences par la méthode des deux excitateurs dérivés ([1]). Cette méthode permet en effet de résoudre le problème suivant :

» *Trouver la distance explosive d'un excitateur* E_1E_2 *qui se décharge pour le même potentiel qu'un excitateur* N_1N_2 *placé à l'abri des radiations ultra-violettes : 1° quand* E_1E_2 *n'est pas éclairé par ces radiations ; 2° quand* E_1E_2 *est éclairé. Si l'on prend pour distance explosive de* N_1N_2 *la moitié de la distance critique; sous l'action de la lumière ultra-violette d'une lampe à arc ordinaire concentrée sur l'excitateur* E_1E_2 *par une lentille en quartz, la distance explosive de* E_1E_2 *varie à peu près du simple au double.* (Les pôles de l'excitateur sont formés de sphères en laiton de 1^{cm} de rayon environ.) Sous cette forme on peut montrer très simplement, dans un cours, l'influence des radiations ultra-violettes sur les potentiels explosifs ([2]).

» III. Si l'on provoque des variations très petites mais très rapides du potentiel d'un *excitateur éclairé par la lumière ultra-violette*, cet excitateur se décharge pour un potentiel plus faible que le potentiel explosif de l'excitateur chargé lentement par une machine électrostatique.

» On le démontre par des expériences dont le principe a été donné antérieurement ([3]). Pour observer l'abaissement du potentiel explosif, il ne suffit pas d'éclairer le champ de l'excitateur, il faut éclairer l'un des pôles

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, 8 juillet 1895.

([2]) Il est essentiel d'opérer avec les précautions indiquées (*Comptes rendus*, 8 juillet 1895). On peut remplacer la bobine B_1B_2 par une colonne d'un liquide électrolytique, du sulfate de cuivre par exemple.

([3]) *Comptes rendus* du 22 juillet 1895.

au point où jaillit l'étincelle; si les pôles sont des sphères de diamètre inférieur à une certaine limite, $0^{cm},5$ environ, il faut éclairer le pôle négatif, le pôle positif est insensible. Si le diamètre est supérieur à cette limite, il suffit d'éclairer l'un ou l'autre des pôles. Avec un excitateur dont les pôles ont un diamètre de $1^{cm},5$ ou 2^{cm}, on produit le *même abaissement en éclairant le pôle positif ou le pôle négatif ou les deux simultanément.*

» D'après M. Jaumann, les variations très rapides du potentiel *suffisent* pour abaisser le potentiel explosif d'un excitateur. Ce physicien avait tiré cette conclusion d'une série d'expériences ingénieuses ([1]) pour l'interprétation desquelles *il admettait implicitement*, avec tous les physiciens, que *la lumière ultra-violette abaisse de la même quantité les potentiels explosifs statique et dynamique.*

» Ces expériences sont de deux genres. Dans les unes, la présence de la lumière ultra-violette est évidente. M. Jaumann transforme, à l'aide de variations très petites et très rapides du potentiel une décharge *par effluve* en une décharge par étincelle ou par aigrette. Dans les autres, pour la description desquelles je renvoie au Mémoire original ([2]), les précautions nécessaires pour se mettre à l'abri de la lumière ultra-violette ne sont pas prises; l'interprétation que M. Jaumann en donne prête d'ailleurs à des critiques sur lesquelles je reviendrai dans un Mémoire plus étendu.

» En résumé, les expériences dans lesquelles M. Jaumann a constaté l'influence de la vitesse de variation du potentiel $\frac{\partial V}{\partial t}$ sur le potentiel explosif ont été faites en présence de lumière ultra-violette. Si l'on provoque des variations très rapides du potentiel d'un excitateur *protégé soigneusement contre les radiations ultra-violettes*, on n'observe aucun abaissement appréciable du potentiel explosif ([3]). »

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la condensation de la lumière noire.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. Laussedat.

« La lumière noire possédant plusieurs propriétés qui la rapprochent de l'électricité, j'ai supposé qu'il serait possible de la condenser à la surface

---

([1]) *Sitz. Ber. der kais. Akad. zu Wien*, juillet 1888, p. 765.

([2]) *Loc. cit*, p. 773.

([3]) *Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Lille.*

de lames métalliques et l'obliger ensuite à traverser ces lames pour agir sur des plaques photographiques dans l'obscurité ; ce qui mettrait nos précédentes expériences définitivement à l'abri de toutes les objections formulées contre elles, notamment celle de l'introduction de la lumière ordinaire par les fentes des châssis.

» Les recherches qui vont suivre ont confirmé notre hypothèse. Elles ont été réalisées avec l'obligeant concours de M. Gaston Braun.

» Prenons une feuille de cuivre et une feuille de plomb de 1^{mm} environ d'épaisseur ; plaçons chacune de ces deux feuilles dans un châssis photographique pour positifs à la place de la lame de verre, et exposons une de leurs faces, une seulement, à 20^{cm} de la lumière d'un arc électrique pendant une heure. Reportons les deux châssis dans l'obscurité, et laissons-les refroidir pendant deux heures. Retirons les lames de leurs châssis; puis, *entre les deux faces qui n'ont pas été exposées à la lumière,* plaçons une glace sensible et l'objet que nous voulons reproduire, un cliché négatif, par exemple, en ayant soin que l'objet soit entre le cuivre et la glace sensible. Pour éviter toute action de contact, nous avons soin de séparer la glace sensible de l'objet à reproduire par une feuille de verre ou de celluloïd. Il suffira d'abandonner ensuite le tout dans l'obscurité pendant cinq à six heures, pour obtenir au développement une image parfaite des objets intercalés entre la feuille métallique et la plaque photographique. Il est donc évident que la lumière condensée sur une des faces de la feuille de cuivre a traversé le métal pour impressionner la plaque photographique [1].

» Comme moyen de contrôle, répétons la même expérience dans l'obscurité, c'est-à-dire sans exposition préalable des plaques métalliques à la lumière ; nous n'obtiendrons aucune trace d'image, même si nous plaçons nos chassis dans une étuve. Ce n'est donc ni la chaleur ni la pression qui ont pu déterminer l'impression photographique.

» Comme preuve complémentaire que l'image photographique est due uniquement à l'action de la lumière condensée ayant traversé le métal, il suffit, lorsqu'on expose les lames métalliques à la source lumineuse, de les recouvrir d'une feuille de papier noir. On empêche absolument ainsi le

---

[1] Avec un seul métal on ne réussit généralement pas l'expérience précédente. Les lames métalliques ne sont pas électriquement isolées pendant leur exposition à la lumière. Elles ne révèlent l'existence d'aucune charge électrique avec les appareils les plus sensibles après leur exposition à la source lumineuse.

succès de l'opération, c'est-à-dire la transformation de la lumière blanche en lumière noire jouissant de la propriété de traverser les corps métalliques.

» L'arc électrique dont j'ai fait usage dans les expériences précédentes, était alimenté par un courant de 15 ampères. Avec la lumière diffuse du jour les mêmes expériences ne réussissent pas, même quand la lumière est intense et l'exposition prolongée pendant plusieurs jours. Avec la lumière du soleil, il faut souvent huit heures d'insolation, et on ne réussit pas toujours. Il en est de même avec la lumière d'une lampe à pétrole.

» Il est visible que la température de la source lumineuse joue, ainsi que je l'avais déjà signalé, un rôle considérable dans nos expériences. On remarquera cependant, que la chaleur ne saurait agir directement sur les plaques photographiques dans le cas précédent, puisque, avant de les mettre en contact avec les feuilles métalliques, on a laissé ces dernières se refroidir pendant plusieurs heures.

» La lumière noire paraissant se diffuser, comme l'électricité, à la surface des corps métalliques, on conçoit aisément qu'il soit impossible d'obtenir des images en interposant une lame métallique entre l'objet à reproduire et la glace sensible, au lieu de placer l'objet entre la glace sensible et le métal. Cette difficulté n'existe pas pour certains corps diélectriques. Si l'on remplace la glace d'un châssis par une planche de sapin non poli d'un centimètre d'épaisseur sur laquelle on pose la main, on obtient à l'arc électrique en moins d'une heure une image bien nette de la main et des veines du bois sur la plaque sensible placée derrière la planche. M. Murat m'a envoyé une photographie ainsi obtenue à l'hôpital du Havre, et celle d'une lettre cachetée dont l'intérieur a été photographié à travers une porte. M. le D[r] Armaignac a obtenu en faisant usage d'une planche de noyer de même épaisseur des résultats analogues avec une simple lampe à pétrole munie d'un réflecteur.

» Les radiations qui naissent lorsque la lumière visible tombe sur des corps opaques semblent, comme je l'ai déjà dit, de natures bien différentes suivant ces corps; mais elles possèdent toutes ce caractère commun d'être invisibles pour l'œil; et c'est pourquoi j'ai donné à ce mode particulier d'énergie le nom de *lumière noire*. La difficulté avec laquelle la plupart des radiations qui la composent traversent le papier noir et la facilité avec laquelle elles traversent les métaux suffiraient à les différencier des rayons de Röntgen.

» En admettant le qualificatif de *lumière noire* pour toutes les radiations

invisibles récemment découvertes il est déjà possible, en se basant uniquement sur les propriétés constatées de ces radiations, d'établir entre elles la classification suivante :

» *Radiations X.* — Traversent le papier noir, les corps organisés, ne passent pas à travers la plupart des métaux, ne se réfléchissent ni ne se réfractent.

» *Radiations invisibles des corps fluorescents.* — Traversent les métaux, ainsi que l'ont montré MM. d'Arsonval et Becquerel, se réfractent et se réfléchissent, ne présentent par conséquent aucune propriété permettant de les rapprocher des rayons X.

» *Radiations prenant naissance quand la lumière visible tombe sur des surfaces métalliques.* — Nos recherches montrent que ces radiations ne traversent pas le papier noir ni la plupart des corps organisés, mais qu'elles traversent un grand nombre de métaux. Elles possèdent en outre la propriété de se condenser et de se diffuser, comme l'électricité, à la surface des métaux.

» *Radiations propres aux êtres organisés.* — Radiations émises par les êtres organisés dans l'obscurité et qui permettent de les photographier, comme je l'ai montré en opérant sur des fougères, des poissons et divers animaux. Elles paraissent se rattacher aux radiations de phosphorescence invisible, mais s'en différencient cependant parce qu'elles ne traversent pas les corps métalliques, ceux du moins que j'ai expérimentés, l'aluminium notamment.

» Les expériences précédentes, que chacun peut aisément répéter, mettront hors de contestation, je l'espère, les faits signalés dans mes précédentes Communications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz bromhydrique sur le chlorure de thiophosphoryle.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure de thiophosphoryle $PSCl^3$ distille à 125° sous pression normale, comme l'ont indiqué les chimistes qui ont étudié antérieurement ce corps, mais je n'ai trouvé aucun renseignement au sujet des conditions de ses solidification et fusion ; j'ai comblé cette lacune en me servant d'un produit très pur, provenant de fractionnements de plus de 1^{kg} de ce corps, que j'ai été amené à préparer en vue du présent travail.

» Soumis à l'action du froid, le chlorure de thiophosphoryle ne se soli-

difie que dans un bain de chlorure de méthyle, dont la vaporisation est activée par un rapide courant d'air; il reste facilement en surfusion, mais cet état cesse au contact d'une parcelle d'un quelconque des dérivés bromés que je décrirai tout à l'heure. Le corps solide blanc formé fond à $-35°$.

» Le gaz bromhydrique sec ne réagit pas sensiblement sur $PSCl^3$ à sa température d'ébullition, mais la réaction s'effectue facilement si l'on opère, comme je l'ai indiqué pour $POCl^3$, en faisant passer sur de la pierre ponce chauffée à 400°-500° le gaz HBr entraînant les vapeurs de $PSCl^3$. Il faut éviter de trop élever la température de la colonne de ponce, sans quoi on constate la présence d'hydrogène sulfuré dans les produits gazeux de la réaction et ce gaz, réagissant partiellement sur $PSCl^3$ en excès, donne au sein du liquide un dépôt de pentasulfure de phosphore. Après un premier passage, on peut cohober le liquide et répéter la même opération sur les parties les plus volatiles qui n'ont pas été altérées. Le liquide recueilli renferme, avec un excès de $PSCl^3$ non attaqué, les différents produits de substitution bromés de celui-ci : $PSCl^2Br$, $PSClBr^2$ et $PSBr^3$. La séparation de ces corps est extrêmement pénible, car elle ne peut s'effectuer que sous pression réduite par suite de leur peu de stabilité sous l'action de la chaleur, et il n'a pas fallu moins de 10 fractionnements systématiques pour les obtenir à peu près purs.

» Le chlorobromure $PSCl^2Br$ distille vers 80° sous pression réduite à 6^{cm}; c'est un liquide incolore qui, sous l'action du froid, présente les mêmes particularités que j'ai signalées pour $PSCl^3$ et le solide blanc obtenu fond à $-30°$.

» Il a donné à l'analyse les nombres suivants :

Trouvé..........	Cl °/₀ : 33,22	Br °/₀ : 38,49	S °/₀ : 14,36	P °/₀ : 14,60
Théorie pour $PSCl^2Br$..	Cl °/₀ : 33,17	Br °/₀ : 37,38	S °/₀ : 14,94	P °/₀ : 14,48

» La densité à 0° est égale à 2,12. Il ne se décompose que lentement au contact de l'eau froide, plus vite au contact d'une solution alcaline ou ammoniacale, avec mise en liberté de soufre; au contact de l'acide azotique fumant il y a réaction violente, mais celle-ci est beaucoup plus modérée avec de l'acide à 36° qui fait passer le soufre et le phosphore à l'état d'acides sulfurique et phosphorique qu'on peut doser facilement. Le chlore et le brome ont été obtenus en décomposant à une douce chaleur en tubes clos par une solution étendue de potasse ou d'ammoniaque; après filtration, l'addition de nitrate d'argent précipite un mélange d'oxyde, sulfure, chlorure et bromure d'argent qu'on traite par l'acide nitrique à

chaud. Le mélange de chlorure et bromure d'argent qui reste est pesé, et sa composition se déduit par analyse indirecte de la variation de poids qu'il éprouve par sa transformation totale en chlorure dans un courant de chlore à chaud.

» Michaelis semble déjà avoir obtenu le chlorobromure $PSCl^2Br$, en faisant réagir le brome sur le corps $PSCl^2(C^2H^5)$ (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. V), mais je ferai des réserves au sujet du degré de pureté du corps ainsi obtenu; car Michaelis, ayant constaté que le point d'ébullition du produit de la réaction n'était pas fixe, a recueilli la fraction 150°-180°, l'a agitée avec de l'eau, puis s'est contenté de dessécher le résidu sur du chlorure de calcium; c'est un procédé qui ne pouvait le conduire à un produit bien pur, et ce qui tend à le prouver c'est qu'il lui attribue une odeur aromatique due sans doute à la présence de quelque composé organique, tandis que $PSCl^2Br$ a une odeur repoussante, analogue à celle de $PSCl^3$, et produisant comme lui une très vive irritation des yeux et des bronches. Michaelis n'a ajouté aucune constante physique permettant d'identifier le corps qu'il a obtenu avec celui que je viens de décrire.

» Ce chlorobromure $PSCl^2Br$ ne peut être distillé à pression normale sans une décomposition très prononcée; déjà à 100° il se décompose lentement, de telle sorte que, si on le chauffe pendant quelques heures en tubes scellés vers 100°, le liquide d'abord incolore est devenu vert d'eau et ce changement de teinte prouve la formation de composés plus bromés qui ont cette teinte; de plus, la température de distillation sous pression réduite du liquide extrait des tubes s'élève progressivement et d'une façon continue, de celle qui correspond à $PSCl^3$ jusqu'à celle de $PSClBr^2$ et même au delà, par suite de la présence d'un peu de bromure $PSBr^3$. On peut donc admettre que, sous l'action de la chaleur, la décomposition principale est représentée par l'équation

$$2PSCl^2Br = PSCl^3 + PSClBr^2,$$

ce dernier corps étant susceptible de se décomposer à son tour en $PSBr^3$ et composés moins bromés.

» Le second produit de fractionnement est le chlorobromure $PSClBr^2$ qui distille vers 95° sous pression réduite à 6^{cm}. C'est un liquide couleur vert d'eau, fumant légèrement à l'air, lentement décomposable par l'eau et se comportant vis-à-vis des autres réactifs à peu près de la même façon que le chloro-bromure $PSCl^2Br$. Son analyse a été faite comme celle de ce dernier; elle a donné les nombres suivants, dans l'appréciation desquels il

faudra faire entrer en ligne de compte les difficultés qu'elle présente et les légères incertitudes de l'analyse indirecte. Les deux analyses de Cl, Br proviennent de fractionnements différents.

	Analyses.		Théorie.
Cl pour 100........	12,54	12,37	13,73
Br »	63,52	62,62	61,89
S »	12,15		12,37
P »	11,88		11,99

» Il se comporte, sous l'action du froid, comme $PSCl^3$ et $PSCl^2Br$ et le corps solide obtenu, à peu près incolore, fond à — 6°; sa densité à 0° est égale à 2,48. Il est peu stable sous l'action de la chaleur et se dédouble, quand on le chauffe en tubes scellés à 100°, en $PSBr^3$, $PSCl^2Br$ et $PSCl^3$.

» Le résidu des fractionnements est du bromure $PSBr^3$, qui est, comme on sait, un corps solide jaunâtre à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'air et du peroxyde d'azote sur quelques composés halogénés du bismuth.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Troost.

« J'ai mentionné, dans ma dernière Note à l'Académie [1], l'action du peroxyde d'azote sur le trichlorure de bismuth. J'ai montré qu'à froid on obtenait un chlorure nitré, décomposable par l'eau; à chaud, un oxychlorure correspondant à la formule BiOCl. J'ai pensé qu'il serait intéressant d'étudier l'action de ce même oxydant sur les bromures et iodures correspondants.

» *Action du peroxyde d'azote sur le tribromure.* — Du tribromure a été placé dans une nacelle qu'on introduisait dans un tube de verre parcouru par un courant de AzO^2. Presque aussitôt, celui-ci perd sa coloration gris rougeâtre et prend à sa surface une coloration jaune. Même à température ordinaire, mais plus facilement à une température un peu plus élevée, il entre bientôt en fusion tout en perdant du brome. Puis, peu à peu, le liquide rouge hyacinthe qui a pris naissance se recouvre d'une poudre jaune rougeâtre qui constitue un oxybromure. Il suffit d'élever légèrement la température et de prolonger suffisamment le temps de chauffe pour obtenir dans la nacelle un résidu blanc cristallin qui se présente en petites lamelles extrêmement brillantes, tout à fait comparables à l'oxychlorure BiOCl. Soumis à l'analyse, cet

(1) *Comptes rendus*, séance du 9 mars 1896.

oxybromure correspond exactement à la formule Bi O Br. Cet oxybromure, qui est le produit final de l'action de l'eau sur le tribromure, ne peut être converti en oxyde par l'action prolongée du peroxyde d'azote, même à température élevée. Chauffé très fortement au contact de l'air, il fond en un liquide pâteux, rougeâtre, et le résidu renferme toujours de très grandes quantités de brome. Du reste, il semble partager toutes les propriétés de l'oxychlorure. Soluble dans l'acide chlorhydrique, dans l'acide bromhydrique, l'acide azotique le dissout facilement, surtout à chaud. Si l'on évapore cette solution azotique, on retrouve l'oxybromure inaltéré. L'acide sulfurique concentré le dissout très mal, mais le transforme totalement en un mélange de sulfate neutre et de sulfate basique [$Bi^2(SO^4)^3$ et $Bi^2O^3.2SO^3$].

» *Action de l'air sur le tribromure.* — Chauffé au contact de l'air, le bromure se sublime presque totalement en petits cristaux très nets. Cependant on obtient, presque toujours, un résidu plus ou moins abondant en élevant graduellement la température. Ce résidu est de l'oxybromure correspondant également à la formule Bi O Br.

» *Action du peroxyde d'azote sur le tri-iodure.* — L'iodure de bismuth préparé par voie humide, soumis à l'action du peroxyde d'azote dans les mêmes conditions, conduit à des résultats analogues. Il perd de l'iode, dès la température ordinaire, et prend une coloration rose violacé; mais, par une action prolongée du gaz, tout l'iode est éliminé et le produit final de la réaction est de l'oxyde de bismuth Bi^2O^3, blanc lorsqu'on a opéré à basse température, jaune lorsqu'on a opéré à température élevée. M. Godefroy mentionne, dans l'*Encyclopédie chimique* (article *Bismuth*), l'action de l'acide nitreux sur l'iodure Bi OI. Malheureusement, il ne cite pas le Mémoire original. Je n'ai donc pu savoir dans quelles conditions il fallait se placer pour obtenir cet oxysel; mais, en opérant comme je l'ai fait, c'est-à-dire en faisant passer du peroxyde d'azote sur du tri-iodure, on ne l'obtient jamais, quelle que soit la température où l'on fait l'expérience; à température ordinaire, en effet, l'oxyiodure est lui-même très rapidement attaqué et se transforme totalement en oxyde de bismuth.

» *Action de l'air sur le tri-iodure.* — C'est toujours l'oxyiodure BiOI qui prend naissance lorsqu'on chauffe modérément de l'iodure à l'air. Si la température s'élève, il se transforme en oxyde, comme l'a parfaitement démontré Schneider (¹).

» *Action du peroxyde d'azote sur le bichlorure* $BiCl^2$. — On sait que le bismuth forme, avec les halogènes, deux séries de composés : la première, bien connue, BiR^3; la seconde, sur laquelle de nombreuses recherches sont nécessaires, semble avoir pour formule générale BiR^2.

» En réalité, le chlorure seul correspond à cette formule; les analyses des produits qu'on regarde comme étant les sous-bromure et sous-iodure paraissent s'accorder bien mieux avec la formule Bi^2R^3. Je m'occuperai ici de l'action de l'air et du peroxyde d'azote sur le bichlorure.

» Ce composé a été préparé par l'action ménagée du chlore sur le bismuth. On l'obtient ainsi à l'état cristallin sous forme d'une masse noire, non fusible à 300°. Soumis à l'influence du peroxyde d'azote, ce composé perd du chlore à froid et se

(¹) *Berlin. Akad.*, p. 59; 1860.

recouvre d'une poussière blanche. La réaction se fait mieux en élevant un peu la température; elle est terminée quand le contenu de la nacelle ne donne plus à l'eau de réaction acide. Du reste, le corps qu'on obtient ainsi se présente sous la forme de petites lamelles brillantes, et est tout à fait semblable au composé obtenu avec le trichlorure. L'analyse montre, en effet, que c'est bien l'oxychlorure $BiOCl$.

» *Action de l'air sur le bichlorure.* — De ces expériences, il paraît résulter nettement que le peroxyde d'azote agit sur les corps BiR^3, comme le fait l'air lui-même; toutefois, l'action de ce gaz sur l'iodure nous montre qu'il jouit de propriétés oxydantes plus énergiques que l'oxygène atmosphérique. En général, les réactions sont plus faciles avec le composé oxygéné de l'azote et se passent toujours à température moins élevée.

» M. Dehérain [1] a obtenu, en chauffant à l'air du bichlorure, un résidu contenant à la fois du chlore et de l'oxygène. D'après lui, cet oxychlorure correspondrait à la formule $Bi^4Cl^2O^3$. On peut l'envisager comme dérivant de 2 molécules $(Bi^2Cl^4)^2$ par substitution de 3 atomes d'oxygène bivalents à 6 atomes de chlore monovalents. Cette formule méritait d'être vérifiée.

» Le bichlorure de bismuth a été placé dans un verre de montre et chauffé au voisinage de son point de fusion. Il se volatilise une quantité notable de chlorure $BiCl^3$, et l'on obtient comme résidu un composé correspondant exactement à la formule $BiOCl$. Il jouit du reste de toutes les propriétés de cet oxychlorure, et l'analyse ne peut laisser aucun doute sur sa formule.

» On peut résumer rapidement l'action de l'air et du peroxyde d'azote sur les composés halogènes du bismuth dans le Tableau suivant :

	Action de l'air.	Action de AzO^2.
$BiCl^3$	$BiOCl$	$BiCl^3.AzO^2$ puis $BiOCl$
$BiBr^3$	$BiOBr$	$BiOBr$
BiI^3	$BiOI$ puis Bi^2O^3	Bi^2O^3
$BiCl^2$	$BiOCl$	$BiOCl$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques en présence du chlorure d'aluminium.* Note de M. L. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« La réaction des chlorures d'acides sur les hydrocarbures en présence du chlorure d'aluminium a reçu de nombreuses applications; je me suis proposé de l'étendre à un chlorure d'acide spécial, le chlorure d'éthyloxalyle et d'arriver par là à la synthèse d'éthers glyoxyliques substitués par des

[1] *Comptes rendus*, t. LIV, p. 724.

radicaux aromatiques

$$C^6H^6 + Cl - CO - CO^2 - C^2H^5 = HCl + C^6H^5 - CO - CO^2C^2H^5.$$

» Une tentative de ce genre a été faite, il y a longtemps, par un savant allemand, L. Roser (*D. chem. Ges.*, t. XIV, p. 940 et 1750, et *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXVI, p. 450, et t. XXXVII, p. 69), qui employait le chlorure d'isoamyloxalyle faute d'avoir pu se procurer l'éther éthylique en quantité suffisante. Peut être faut-il attribuer à cette circonstance son insuccès presque complet; il a obtenu l'acide *p* crésylglyoxylique seulement à l'état impur; quant à l'acide phénylglyoxylique, il n'a pu que le caractériser par une réaction colorée.

» Je me suis procuré abondamment le chlorure d'éthyloxalyle en me servant d'un procédé indiqué par Anschütz (*D. chem. Ges.*, t. XIX, p. 2158). La réaction attendue se réalise aisément en faisant couler goutte à goutte sur une molécule de chlorure d'aluminium $AlCl^3$, recouvert d'une petite quantité de sulfure de carbone, un mélange d'une molécule de chlorure d'éthyloxalyle et d'un peu plus d'une molécule de l'hydrocarbure aromatique. On chauffe légèrement au début pour amorcer la réaction.

» Ce produit obtenu, traité par l'eau, lavé et rectifié dans le vide, fournit, avec un excellent rendement, l'éther glyoxylique substitué, facile à séparer de l'hydrocarbure inaltéré, grâce à son point d'ébullition élevé.

» Ces éthers constituent des produits très stables, généralement liquides et incolores et d'une odeur assez désagréable.

» La potasse alcoolique les saponifie en les résinifiant; la soude aqueuse bouillante donne, au contraire, d'excellents résultats et fournit des sels d'où l'on peut, sans difficulté, extraire les acides glyoxyliques. On peut obtenir directement ces acides en saponifiant par la soude le produit brut débarrassé du sulfure de carbone.

» Les acides glyoxyliques de la série aromatique sont cristallisés, un peu solubles dans l'eau, à laquelle ils se combinent; ils distillent sans altération dans le vide, au moins les premiers termes de la série; mais la distillation à l'air les décompose, comme l'a indiqué Claisen, en un mélange de l'aldéhyde et d'acide, d'oxyde de carbone et d'acide carbonique.

» La réaction du chlorure d'éthyloxalyle sur les hydrocarbures aromatiques est aussi générale que celle des autres chlorures d'acides; comme elle, elle peut s'étendre aux éthers oxydes des phénols, tels que l'anisol et le vératrol, mais non pas aux phénols eux-mêmes, ni à leurs éthers acides.

» Quand la substitution d'un atome d'hydrogène par le groupement $CO\text{-}CO^2C^2H^5$, dans un hydrocarbure aromatique, peut donner naissance à plusieurs isomères, j'ai constaté qu'il ne s'en formait généralement qu'un seul qui est le dérivé para, si sa formation est possible. Ainsi le toluène fournit seulement du paracrésylglyoxylate d'éthyle, le métaxylène le 2,4 métaxylèneglyoxylate d'éthyle, l'anisol le paraméthoxyphénylglyoxylate d'éthyle.

» La préparation des acides glyoxyliques de la série aromatique n'avait jamais jusqu'ici été réalisée d'une façon pratique. Le procédé de Claisen, fondé sur l'emploi des cyanures d'acides est fort pénible et nécessite l'emploi des homologues de l'acide benzoïque, déjà fort difficiles à préparer. La même observation s'applique à un autre procédé de Claisen, fondé sur la réaction des homologues du mercure-phényle sur l'éther chloroxalique et au procédé de Claus qui consiste dans l'oxydation, par le permanganate, des acétones aromatiques mixtes.

» L'intérêt de la préparation des acides glyoxyliques de la série aromatique réside dans la grande facilité avec laquelle ils se prêtent à une foule de transformations. Claus a montré leur transformation aisée en acides phénylglycolique et phénylacétique substitués; Gaull s'en est servi pour la préparation des nitriles au moyen de l'hydroxylamine; de plus, le dédoublement observé par Claisen permet d'espérer de préparer aisément, grâce à eux, les acides et même les aldéhydes aromatiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de séparation des méthylamines*. Note de M. **Marcel Delépine**.

« Les réactions qui engendrent les amines par l'action de l'ammoniaque sur les éthers d'acides minéraux RX ne donnent jamais une seule amine, mais, en général, les sels des quatre amines prévues par l'équation

$$n\,RX + n\,AzH^3 = AzH^{4-n}R^nX + (n-1)\,AzH^4X;$$

où n varie de 1 à 4.

» De là, la nécessité d'une séparation pour se procurer les amines formées à l'état de pureté. La méthode classique est celle de A.-W. Hofmann; elle réside dans l'emploi de l'oxalate d'éthyle et elle est trop connue pour y insister davantage. Nous ferons seulement remarquer que, d'après

O. Vallach (¹), elle n'est pas aussi exacte qu'on le croyait. En 1879, MM. Duvillier et Buisine s'en sont servis pour séparer les méthylamines du chlorhydrate de triméthylamine commercial (²), après l'avoir modifiée pour la rendre plus exacte, mais en augmentant le nombre des manipulations. Quant à la méthode de Heintz (³), elle repose sur l'emploi de l'acide nitreux; outre le désavantage de détruire l'amine primaire, elle n'est pas applicable aux méthylamines, d'après M. J. Bode (⁴); le réactif nitreux change partiellement la triméthylamine en ammoniaque.

» J'ai donc cru utile de présenter une méthode nouvelle et pratique, applicable aux méthylamines. Cette méthode repose sur ces faits, récemment établis par M. Henry, que l'aldéhyde formique donne avec la monométhylamine un composé bouillant à 166° $(CH^2 = Az - CH^3)^3$, avec la diméthylamine des composés $CH^2\begin{cases}OH\\Az(CH^3)^2\end{cases}$ et $CH^2[Az(CH^3)^2]^2$ bouillant entre 80°-85° (⁵). Enfin, j'ai supposé que la triméthylamine, n'ayant plus d'hydrogène typique, ne donnerait aucune combinaison.

» On obtiendra donc trois produits bouillant à 166°, 80°-85° et 9° (température d'ébullition de la triméthylamine), au lieu de la méthylamine, de la diméthylamine et de la triméthylamine, qui bouillent à — 3°, 8° et 9°, c'est-à-dire qu'on aura des intervalles dans les points d'ébullition permettant le fractionnement par distillation.

» Voici comment il convient d'opérer :

» Après avoir éliminé le sel quaternaire et le sel ammoniacal par les procédés connus, on verse la solution concentrée des chlorhydrates d'amines sur de la soude caustique en morceaux et l'on reçoit les gaz dans une solution d'aldéhyde formique commerciale à 40 pour 100 continuellement refroidie par un courant d'eau. L'absorption se fait avec un dégagement de chaleur, une augmentation de volume et une diminution de densité considérables.

» Le liquide obtenu, contenant la triméthylamine et les combinaisons méthyléniques de la diméthylamine et de la monométhylamine, est ensuite versé sur un poids égal de potasse caustique contenue dans un ballon relié à un réfrigérant ascendant; un long tube descendant conduit les gaz de la partie haute du réfrigérant dans un dissolvant. Au contact de la potasse, la majeure partie de la triméthylamine se dégage et va se dissoudre; en même temps le liquide du ballon s'échauffe légèrement et se

---

(¹) *Revue de la Soc. chim.*, t. XXV, p. 79.
(²) *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 48 et 709.
(³) *Ann. Chemie und Pharm.*, t. CXXXVIII, p. 319.
(⁴) *Liebig's Ann. der Chem.*, t. CCLXVII, p. 258.
(⁵) *Bull. Ac. roy. Belgique*, 3ᵉ série, t. XXVI, p. 200.

sépare en deux couches dont la supérieure, contenant les bases méthyléniques, et la triméthylamine restée dissoute est versée dans un flacon sur son poids de potasse caustique et soumise après déshydratation à la distillation fractionnée.

» A cause de la triméthylamine on distille d'abord à basse température jusqu'à 15°-20°, et en recueillant dans des matras refroidis vers 5°. Ce qui ne se condense pas est amené dans des flacons de Woulf et constitue une nouvelle quantité de triméthylamine pure.

» Ce qui s'est condensé est de la triméthylamine presque pure et il suffit de laisser le flacon qui la contient se réchauffer à la température ordinaire pour la faire distiller.

» On continue ensuite la distillation jusqu'à 170°. Par une deuxième et une troisième distillation on obtient deux portions : 67-68 et 166, les portions intermédiaires étant insignifiantes.

» La portion 67-68, inattendue, représente un mélange répondant assez bien à la formule $CH^2[Az(CH^3)^2]^2 + CH^3OH + \frac{1}{3}H^2O$. On a pu y démontrer la présence de l'alcool méthylique et de l'eau; cet alcool provient de la formaldéhyde commerciale qui en contient toujours. La portion 67-68 remplace la portion prévue, bouillant à 80°-85.

» Pour régénérer les amines de ces combinaisons, il suffit de la faire bouillir avec un mélange d'alcool et d'acide chlorhydrique : l'amine se combine à l'acide et l'aldéhyde formique donne avec l'alcool l'acétal correspondant $CH^2(OC^2H^5)^2$. Exemple :

$$CH^2 = AzCH^3 + HCl + 2C^2H^5OH = CH^3AzH^2,\ HCl + CH^2(OC^2H^5)^2.$$

De cette façon, on évite les réactions secondaires qui résultent de l'action de l'aldéhyde formique, à chaud, sur les chlorhydrates de mono ou de diméthylamine [1]. Le sel évaporé à siccité et repris par l'alcool absolu bouillant est abandonné par ce véhicule en cristaux purs.

» On obtient donc ainsi la triméthylamine en solution caustique pure et les deux autres amines sous forme de chlorhydrates purs. Dans une prochaine Note, j'espère pouvoir indiquer quelques caractères des sels des méthylamines séparés par cette méthode qui, comme on le voit, est simple et ne nécessite pas, comme la méthode à l'oxalate d'éthyle, la dessiccation des amines. »

ZOOLOGIE. — *Sur les Synascidies du genre* Colella, *et le polymorphisme de leurs bourgeons*. Note de M. **Maurice Caullery**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Le genre *Colella*, créé par Herdman pour des Synascidies rapportées par l'expédition du *Challenger*, appartient à la famille des *Distomidæ* et est

---

(1) Plöehl, *D. Ch. G.*, t. XXI, p. 2117; *Bull. Soc. Ch.*, t. I, p. 370.
Brochet et Cambier, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 559.

très voisin de *Distaplia*. Parmi les Ascidies composées du Muséum, dont M. Edm. Perrier m'a confié l'étude, figurent un certain nombre de représentants de ce genre, provenant, les uns d'Australie (expédition de l'*Astrolabe*), les autres du cap Horn. J'ai pu, grâce à ces matériaux, acquérir sur l'anatomie de ces animaux, sur leurs affinités et sur leur blastogénèse, un certain nombre de données que j'exposerai ultérieurement avec détails. J'indiquerai seulement ici les points suivants :

» 1° Les espèces que j'ai eues entre les mains présentent toutes quatre rangées de trémas. Une disposition particulièrement caractéristique est à signaler : la deuxième et la troisième rangée s'écartent l'une de l'autre dans leur portion voisine de l'endostyle, de façon à laisser entre elles, sans perforation trématique, un espace triangulaire. Les trémas ne sont pas divisés en deux moitiés par une bandelette transversale, comme cela a lieu chez *Distaplia*. Ces deux caractères me paraissent très propres à délimiter le genre *Colella*.

» 2° Les Cormus que j'ai examinés sont unisexués, fait déjà constaté par Herdman pour plusieurs espèces; de plus, sur un Cormus femelle, les bourgeons ne présentent que des ovules, sur un Cormus mâle, que des vésicules spermatiques; autant que me le permettent les matériaux dont je dispose, j'en conclus qu'il y a là, pour chaque Cormus, une sexualité déterminée, persistant la même, au moins pendant un certain nombre de générations blastogénétiques, comme je l'ai déjà signalé pour *Distaplia magnilarva*.

» 3° Les faits observés me conduisent à considérer l'origine des bourgeons comme identique à celle qui a été décrite par Kovalewsky, Della Valle et Salensky, pour *Distaplia*. Je n'ai rien vu qui puisse faire admettre un bourgeonnement aux dépens du prolongement ectodermique inférieur des individus, ainsi que l'avait cru Herdman.

» Mais je veux insister surtout sur une particularité curieuse des bourgeons, dans un groupe d'espèces. Ce sont celles où le Cormus se compose d'une tête plus ou moins globuleuse, portée par un long pédoncule, de façon que l'ensemble rappelle assez un champignon.

» Si l'on étudie le pédoncule, on voit qu'à sa périphérie la cellulose de la tunique est compacte et résistante, tandis que la région centrale est formée par les grandes cellules vésiculeuses, si fréquentes chez d'autres Tuniciers. C'est cette région centrale qui renferme les bourgeons, souvent accumulés en grand nombre et pressés les uns contre les autres. Il semble bien que, quand l'évolution d'une génération est terminée, la partie globuleuse terminale du Cormus où elle se trouvait soit amputée et que le pédoncule régénère une tête nouvelle par le développement des bourgeons qu'il contient.

» En examinant les bourgeons, dans les diverses portions d'*un même Cormus*, on constate les faits suivants :

» *a*. Au voisinage immédiat de la tête du Cormus, on trouve des bourgeons à tout état de développement, rappelant beaucoup par leur structure ceux de *Distaplia*, et

ne renfermant pas de substances de réserve. La vésicule externe de ces bourgeons est formée par un épithélium très aplati et très mince. Les plus âgés de ces bourgeons pénètrent dans la tête du Cormus. Ils évoluent probablement aussitôt constitués.

» *b*. Au contraire, dans les parties du pédoncule éloignées de la tête du Cormus, les bourgeons, au début de leur développement, ont extérieurement l'aspect d'œufs riches en vitellus. En les étudiant, on constate qu'au centre se trouve un groupe de cellules dépourvues de réserves, correspondant à la vésicule interne et aux cellules mésenchymateuses des bourgeons *a*, et que toutes les réserves, dont l'aspect et les réactions sont celles du vitellus, sont accumulées dans les cellules de la vésicule externe. Les rapports de grandeur de la masse centrale et de la couche ectodermique ainsi modifiée sont souvent ceux de la vésicule germinative et de l'œuf entier dans une Ascidie composée, au moment où la vésicule germinative est le mieux développée. Ces bourgeons restent très probablement un temps long et d'ailleurs variable avant d'évoluer. Dans le développement, tous les organes se forment aux dépens des cellules internes, l'ectoderme chargé de réserves étant une simple enveloppe dont l'épaisseur diminue graduellement.

» Il serait très intéressant d'étudier minutieusement l'organogénèse dans ces bourgeons *b* et de la comparer à celle des bourgeons *a*. Je n'ai pu le faire aussi complètement que j'aurais désiré, la présence de ce vitellus rendant les coupes difficiles à pratiquer sur des matériaux déjà anciens et qui n'ont pas été préparés d'une façon spéciale pour ces recherches histologiques.

» Néanmoins, des faits observés, je puis conclure, avec certitude presque entière, que l'organogénèse est la même dans les deux cas. Il y a d'ailleurs, entre les types extrêmes de bourgeons, des formes transitionnelles où les réserves sont plus ou moins abondantes.

» Cet exemple de polymorphisme des bourgeons me paraît très intéressant pour les raisons suivantes :

» 1° Il est lié à une forme spéciale des Cormus ; je ne l'ai pas constaté dans les espèces où le pédoncule n'est pas nettement séparé de la partie renfermant les ascidiozoïdes adultes. Les bourgeons chargés de réserves sont ceux qui, par leur position, ne se développeront pas immédiatement. Il semble qu'ils puissent évoluer par eux-mêmes ; or il est probable qu'ils régénèrent la colonie quand la tête est amputée, et il serait très curieux de réaliser sur ces formes des traumatismes à l'état vivant [1], de supprimer la tête, par exemple, et d'étudier la réaction consécutive du pédoncule. Je rappellerai aussi que cette disposition est analogue à d'autres que présentent certaines Ascidies composées au moment de l'hivernage.

» 2° Mais ces faits me semblent surtout importants pour l'histoire générale du bourgeonnement chez les Ascidies. La paroi externe du bourgeon

---

[1] Malheureusement, elles semblent jusqu'ici limitées aux mers australes.

provient toujours de l'ectoderme du parent, et la vésicule interne est, en général, d'origine endodermique. L'étude de la blastogénèse montre cependant que c'est cette vésicule interne qui fournit tous les organes du blastozoïde, même ceux, comme la cavité péribranchiale et le système nerveux, qui, chez l'oozoïde, étaient ectodermiques. La vésicule externe est réduite au rôle de tégument. Nous la voyons ici se charger de réserves, fait déjà remarquable, puisqu'en général les réserves se localisent dans les tissus endodermiques ou mésodermiques. Mais cette nouvelle fonction me paraît de plus s'accorder avec le fait que ce tissu a, chez les formes voisines, perdu tout pouvoir organogénétique, celui-ci étant passé entièrement à la vésicule interne. L'accumulation de réserves vitellines dans les cellules de cette paroi serait un nouveau pas dans cette modification progressive du feuillet ectodermique dans la série phylogénique de la blastogénèse.

» 3° Cette variabilité dans le bourgeon rappelle enfin, sans leur être identique, les phénomènes classés par Giard sous le nom de *pœcilogonie*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les néphridies de* Branchiobdella varians (*var.* Astaci) [1]. Note de M. **D.-N. Voinov**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Pendant l'année 1895, j'ai étudié l'appareil excréteur de *Branchiobdella varians* (var. Astaci), parasite que j'ai trouvé quelquefois en grande quantité, sur les branchies des écrevisses apportées sur le marché de Bucharest.

» Malgré les travaux de Henle, Keferstein, Dorner, Lemoine, Voigt, etc., sur l'organisation générale de cet animal, l'organe excréteur était insuffisamment connu. On savait seulement que chaque néphridie se composait de cinq régions qui sont, de l'intérieur vers l'extérieur : 1° l'entonnoir vibratile; 2° la glande rouge (d'Odier); 3° le cordon canaliculaire; 4° le canal excréteur (efférent); 5° la vésicule terminale. On ignorait cependant la structure de ces différentes parties et leur véritable relation; en outre, aucune interprétation générale de cet organe compliqué n'avait été donnée.

» J'ai étudié l'appareil excréteur par transparence, chez l'animal vivant et par la méthode des sections microscopiques; les résultats auxquels je suis arrivé peuvent être brièvement résumés de la manière suivante :

» L'entonnoir se compose d'un corps, l'entonnoir proprement dit, et

(1) Travail du laboratoire de Morphologie de Bucharest.

d'un pédoncule qui lui fait suite. Il est situé du côté ventral et s'ouvre, d'une part, dans la cavité générale de l'animal, et, d'autre part, dans la glande rouge, avec laquelle il communique par le pédoncule. Cette première partie de la néphridie est pourvue d'un revêtement ciliaire continu, à mouvement dirigé vers la glande rouge. La forme de l'entonnoir proprement dit est celle d'une coupe à bords droits et ciliés; son diamètre longitudinal est de $0^{mm},10$, et son plus grand diamètre transversal de $0^{mm},075$. L'entonnoir et le pédoncule peuvent se mouvoir à l'intérieur de la cavité du segment, dans toutes les directions, autour de leur base de fixation.

» La glande rouge d'Odier est un corps lobé, de couleur rouge brun chez l'animal adulte. A cause de sa structure et de ses connexions, je l'ai appelée *capsule,* du nom de la région correspondante dans les néphridies des Hirudinées. Dans cette glande, il faut distinguer deux sortes de formations : 1° un système de lacunes irrégulières, communiquant entre elles, qui la traversent dans toutes les directions, en lui donnant un aspect spongieux; 2° un système de canaux réguliers. Les premières appartiennent en propre à la capsule, étant creusées dans sa substance même, tandis que les secondes ne font que la traverser, établissant la communication entre la capsule et la troisième partie néphridienne, qui est le cordon canaliculaire.

» Le pédoncule de l'entonnoir s'ouvre dans une lacune de la capsule. Une de ces lacunes, très agrandie, contient à son intérieur une masse cellulaire compacte, analogue au contenu de la capsule des Hirudinées, et dans laquelle se trouvent accumulées des granulations pigmentaires rouge brun. Sur les parois des lacunes sont fixés des flagellums, dirigés dans tous les sens, ce qui indique une grande complication de direction dans le mouvement du liquide lacunaire. Sur les sections, on voit la capsule divisée en lobes distincts, moulés les uns sur les autres, ce qui montre qu'elle est formée par un canal pelotonné, dont les parois se sont fusionnées.

» Le cordon canaliculaire correspond à la région que les naturalistes allemands nomment « Schleifenorgan », dans l'appareil excréteur des Hirudinées. Il est traversé dans toute sa longueur par quatre canaux, qui communiquent deux à deux, à son extrémité libre, ce qui a fait croire à Lemoine (1880) qu'il est formé par deux paires de canaux accolés. En réalité, la direction du courant indiquée par les flagellums à l'intérieur de ces canaux, ainsi que leur rapport avec les formations canaliculaires de la capsule, nous obligent à considérer le « Schleifenorgan » comme un seul et unique canal. Après avoir pris naissance dans le système lacunaire de

la capsule, il se replie quatre fois sur lui-même, en fusionnant ses faces de contact, et se continue ensuite par le canal excréteur.

» La communication, entre eux, de ces soi-disant quatre canaux, ainsi que la continuation du « Schleifenorgan » avec le canal excréteur, ont lieu dans la capsule. Contrairement aux assertions des auteurs précédents, la cavité interne du canal excréteur est complètement dépourvue de cils vibratiles et de flagellums.

» La vésicule terminale, de forme ovale, s'ouvre directement à l'extérieur par l'orifice excréteur; elle a un diamètre longitudinal de 80 à 90μ, à l'état d'extension. Elle est formée par une invagination tégumentaire. Sa paroi est constituée par trois couches successives, qui sont, à partir de l'intérieur : une couche épithéliale, revêtue d'une cuticule, et qui représente l'ectoderme; une couche musculaire moyenne, formée par les fibres circulaires de la paroi du corps, et une mince membrane externe. Il n'y a pas de cils vibratils à son intérieur.

» L'appareil excréteur de *Branchiobdella* a la même structure que l'appareil correspondant des Hirudinées et semble être de nature intra-cellulaire; le protoplasma présente autour des cavités de fortes striations radiaires. Des noyaux sont épars à son intérieur, mais il n'existe pas de membranes délimitant des corps cellulaires.

» Toute la surface de la néphridie est enveloppée par le péritoine, qui constitue des ligaments et qui présente en certains endroits de grosses cellules péritonéales, granuleuses.

» Je n'ai pas fait d'expériences directes pour déterminer le rôle physiologique des néphridies de *Branchiobdella* (je me propose de combler prochainement cette lacune), mais les observations faites sur le vivant me permettent d'affirmer que, en outre des excrétas liquides, ces organes absorbent aussi des corps solides. Ces derniers proviennent de la fragmentation des cellules chloragogènes, détachées de l'intestin, et trop grosses pour pénétrer dans l'entonnoir vibratile. Je n'ai jamais vu de corps solides à l'intérieur du *Schleifenorgan* ni dans la vésicule terminale. Les particules solides qui ont pénétré par l'entonnoir s'arrêtent dans les lacunes capsulaires, où, probablement, elles se détruisent. Il est possible que l'accumulation de pigment de la masse cellulaire, que j'ai décrite, dans la capsule provienne de cette destruction. »

PHYSIOLOGIE. — *Formation d'une substance anticoagulante par le foie en présence de la peptone.* Note de M. C. **Delezenne.**

« Fano [1], Grosjean [2], etc., ont établi que la peptone, ou plus exactement les propeptones, n'agissent pas par elles-mêmes pour rendre le sang incoagulable, mais que vraisemblablement elles provoquent dans l'organisme la formation d'une autre substance, seule douée de propriétés anticoagulantes.

» Cette opinion est appuyée sur les faits suivants : 1° la peptone n'a pas d'action spécifique sur la coagulation *in vitro;* 2° injectée dans le torrent circulatoire elle en disparaît rapidement alors que le sang reste longuement incoagulable; 3° son action est variable suivant les espèces : très active chez le chien, elle ne produit chez le lapin aucune modification sensible de la coagulabilité. On peut cependant rendre le sang de cet animal incoagulable en lui transfusant du sang de chien propeptoné.

» Jusque dans ces derniers temps on ne s'était guère préoccupé de savoir dans quel organe et par quel mécanisme se forme, sous l'influence de la peptone, la substance qui suspend la coagulation.

» Contejean [3] a montré le premier que le foie ou la masse intestinale devaient jouer un rôle prépondérant dans son élaboration; mais il n'a pu en localiser exactement la production; il suppose que toutes les cellules de l'organisme sont capables de la former, le foie et la masse intestinale ne se distinguant que par une superactivité notable. Plus récemment, Gley et Pachon [4], se basant sur ce fait qu'une injection de peptone ne produit pas ses effets habituels chez le chien si l'on a pratiqué au préalable la ligature des lymphatiques du foie ou du canal cholédoque et sur ce que l'extirpation du foie donne les mêmes résultats négatifs, ont conclu en attribuant uniquement à cet organe la formation du produit anticoagulant.

» Starling [5] a contesté depuis les effets de la ligature des lymphatiques. Il a vu que, même après ligature simultanée des lymphatiques du foie et du canal cholédoque, la peptone agissait encore.

» J'ai répété, à mon tour, ces expériences : en pratiquant la ligature des lymphatiques, j'ai obtenu les mêmes résultats que Starling, tandis que, comme Gley et Pachon, j'ai toujours observé qu'après l'extirpation du foie la peptone n'agissait plus.

---

(1) *Archiv. für Physiologie*, p. 277; 1881.

(2) *Archives de Biologie*, t. XII, p. 381.

(3) *Archives de Physiologie*, avril 1895.

(4) *Comptes rendus*, 26 août 1895; *Archives de Physiologie*, octobre 1895; *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 23 novembre 1895.

(5) *Journal of Physiology*, janvier 1896.

» Mais à elles seules ces dernières expériences permettent-elles d'affirmer sans réserve que le foie est l'organe formateur de la substance anticoagulante? Je ne crois pas.

» On pourrait supposer, en effet, que cette substance se forme non seulement dans le foie mais encore dans l'intestin, voire même exclusivement dans ce dernier. Si l'on n'a pas pratiqué au préalable la fistule d'Eck, l'extirpation du foie supprime la circulation dans la veine porte; il en résulte que, si la substance se formait dans l'intestin, elle ne pourrait rentrer dans le torrent circulatoire et y manifester ses effets. On pourrait encore supposer que le rôle du foie se borne à faire subir aux peptones certaines modifications qui leur permettent d'aller provoquer dans d'autres organes, peut-être même dans toutes les cellules de l'organisme, la formation définitive du produit anticoagulant. Des exemples d'associations fonctionnelles de ce genre ne sont pas rares en Physiologie, et certains faits, établis par Plosz et Gyergyai [1], pourraient plaider en faveur de cette hypothèse.

» Je me suis demandé si, par des expériences directes, il ne serait pas possible de toucher de plus près à la solution du problème. Ce sont les résultats de recherches entreprises dans cette voie que je me propose de relater.

» Sur un chien tué par piqûre du bulbe, le foie est rapidement extrait de l'abdomen et exprimé de la plus grande partie du sang qu'il contient. Une canule est introduite dans la veine porte, une autre dans la veine cave, à l'embouchure des veines sus-hépatiques. Au moyen d'un vase de Mariotte ou même d'une grande seringue à injections on fait pénétrer, dans cet organe encore vivant, du sérum artificiel ($NaCl$ à 6 pour 1000), dans lequel on a fait dissoudre dans les proportions de 1 pour 10 de la peptone de Wite.

» La solution est maintenue à la température de 38° et injectée assez rapidement. Parfois on laissait libre la canule adaptée à la veine cave et la solution peptonée ne faisait que traverser le foie. Le plus souvent on fermait cette canule et l'injection était poussée jusqu'à ce que le foie fût modérément distendu.

» Le liquide recueilli est reçu en proportions variables dans une série de verres à réactions. Dans une autre série on place en mêmes proportions la solution primitive de peptone. On fait écouler directement de l'artère fémorale d'un chien une quantité déterminée de sang dans chacun des verres. On agite légèrement pour que le mélange soit parfait, et l'on recueille dans un verre vide un échantillon de sang témoin.

» La coagulation se fait sans retard appréciable dans tous les verres renfermant la solution primitive de peptone; elle se produit, au contraire, plus ou moins tardivement dans ceux qui contiennent la solution peptonée après son passage à travers le foie. Dix à douze gouttes mélangées à 10^{cc} de sang suffisaient généralement pour suspendre la coagulation pendant

(1) *Archiv. für die gesammte Physiologie*, t. X, p. 536.

quelques heures; parfois une même quantité était capable de maintenir le sang liquide vingt-quatre, quarante-huit heures et plus, alors que dans d'autres cas le retard ne dépassait pas vingt à trente minutes. Mais, si faible que fût le retard, on observait toujours la précipitation des globules et la formation de plasma, résultat que l'on ne saurait obtenir avec la solution primitive de peptone. Ces différences relèvent sans doute de variations expérimentales ou individuelles, sur lesquelles je reviendrai en publiant le protocole détaillé des expériences.

» On sait que le lapin est réfractaire à l'action de la peptone; je me suis assuré qu'il suffit de faire passer cette dernière à travers le foie du chien pour que, immédiatement, elle manifeste ses effets chez le lapin.

» Des résultats ci-dessus rapportés, on peut conclure que, chez le chien : *si l'on fait circuler à travers le foie isolé une solution de peptone, il se produit dans cet organe une substance capable de suspendre la coagulation du sang.*

» Mais cette substance ne peut-elle pas se produire dans d'autres organes? Pour résoudre cette question, j'ai fait, dans les mêmes conditions expérimentales que pour le foie, des circulations artificielles dans l'intestin, la rate, le rein, le poumon, le cerveau, les muscles. Dans aucun cas je n'ai obtenu de liquide capable de retarder la coagulation du sang. Le plus souvent, au contraire, elle était légèrement accélérée.

» *Le foie paraît donc être le seul organe formateur de la substance anticoagulante.*

» Il était naturel de se demander par quel mécanisme se forme cette substance et quelle en est la nature?

» Deux hypothèses sont permises : ou bien le principe anticoagulant n'est autre que la peptone modifiée par le foie, ou bien c'est un produit de réaction de cet organe, une véritable sécrétion provoquée par la présence de la peptone. Certains faits militent en faveur de la première hypothèse.

» D'abord la rapidité avec laquelle le sang est rendu incoagulable par la peptone : 25 ou 30 secondes au plus après l'injection, la coagulation est déjà suspendue. Dans mes expériences, il suffisait, d'ordinaire, que la solution peptonée fût en contact quelques instants avec le foie pour qu'elle ait acquis ses propriétés actives. La disparition immédiate des peptones du torrent circulatoire (30 secondes après l'injection, suivant Fano) est encore un argument en faveur de cette hypothèse.

» L'expérience suivante me paraît enfin trancher la question : après une circulation artificielle de peptone ayant donné un liquide manifestement actif, on fait, avec le foie qui a servi à l'expérience, une série d'extraits; aucun d'eux ne possède de propriétés anticoagulantes, tous ont con-

servé, au contraire, les effets coagulants habituels des extraits d'organes.

» Ces résultats ne permettent guère d'admettre que la substance anticoagulante soit un véritable produit de sécrétion des cellules hépatiques. On s'expliquerait difficilement, en effet, que le principe actif élaboré dans l'intimité des éléments du foie en disparût d'une façon aussi rapide et aussi complète.

» J'ai vainement cherché à isoler le principe actif; généralement il est entraîné dans la précipitation des matières albuminoïdes. Cependant dans quelques cas, après précipitation des albumines coagulables par la chaleur, j'ai pu obtenir un filtratum actif résistant à une température prolongée de 100°. A l'air libre, ce liquide perd rapidement ses propriétés; il peut les conserver pendant un temps plus ou moins long, si l'on a soin de l'additionner de quelques gouttes de chloroforme et de le maintenir à l'abri de l'air [1]. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des effets produits sur certains animaux par les toxines et les antitoxines de la diphtérie et du tétanos injectées dans le rectum.* Note de M. **Paul Gibier**.

« Dans plusieurs travaux publiés récemment, il a été fait mention de ce détail curieux que, dans certaines parties de l'Inde, les habitants empoisonnent le bétail de ceux dont ils désirent tirer vengeance, avec du venin de serpent administré d'une manière particulière. Des morceaux de chiffons sont imprégnés de ce venin et introduits de force, à l'aide d'un bâton, dans le rectum des animaux qu'ils veulent détruire. L'analyse biologique, faite récemment sur un extrait tiré de ces débris de linge, paraît avoir démontré qu'ils contenaient réellement une substance venimeuse. Le venin de serpent pourrait ainsi, de même que la plupart des poisons minéraux ou végétaux, canser la mort lorsqu'il est introduit dans le système par la voie rectale.

» La comparaison entre le venin des serpents et les toxines microbiennes ayant maintes fois été faite, il ne sera peut-être pas sans intérêt de faire connaître quelques recherches que j'ai faites sur les effets produits, sur les cobayes, les lapins et les chiens, par les injections rectales de deux des toxines et des antitoxines les mieux étudiées.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

» Le 4 novembre 1895, un lapin de taille moyenne reçut, en injection rectale, 3^{cc} de culture diphtéritique, filtrée au papier, et d'un haut pouvoir toxique. Pendant les jours suivants, le même animal reçut jusqu'à 15^{cc} de la même toxine. Il resta vivant et ne parut pas souffrir de l'injection.

» La même expérience fut faite sur ce lapin avec de la toxine tétanique dont il reçut plusieurs doses de 3^{cc} jusqu'à concurrence de 15^{cc}. Résultat nul.

» Un chien terrier, auquel une dose de plusieurs centimètres cubes de tétanine fut administrée de la même manière, n'en ressentit aucun trouble. Quelques gouttes injectées sous la peau d'un deuxième et dans la veine tibiale d'un troisième chien déterminèrent un tétanos mortel.

» A la même date, trois cobayes reçurent, en plusieurs doses de 3^{cc}, une quantité de toxine diphtéritique égale à près de 20^{cc}. Un quart de centimètre cube de cette toxine injectée sous la peau suffisait pour causer la mort chez un animal de même poids. Malgré la dose relativement énorme qui leur fut injectée, ces cobayes ne parurent pas en souffrir.

» Une autre série de cobayes reçurent des doses de 3^{cc} d'une toxine tétanique dont un centième de goutte suffisait pour produire un tétanos mortel au bout de deux à quatre jours. Ces animaux ne présentèrent pas la moindre contracture et restèrent en bonne santé.

» Après ces résultats négatifs, il me parut peu probable que l'immunité pût être obtenue par la répétition des injections rectales de toxines. Cependant, ces injections furent continuées pendant un certain temps, de sorte que ces cobayes reçurent un volume des toxines de la diphtérie et du tétanos qui aurait suffi à immuniser un animal de grande taille si on l'eût méthodiquement injecté sous la peau. Une dose minima suffisante pour produire la mort par diphtérie ou par tétanos fut alors administrée en injections hypodermiques : tous les animaux en expérience périrent en même temps que les témoins.

» Une autre série d'expériences, faites avec les antitoxines de la diphtérie et du tétanos, a donné des résultats non moins intéressants si on les compare à ceux que M. le docteur Chantemesse a observés chez les enfants et qu'il a récemment fait connaître. Chez l'enfant, l'administration du sérum antidiphtéritique pourrait être faite par le rectum au lieu de l'injection sous-cutanée qui est parfois suivie de douleur locale, d'érythèmes, d'urticaire généralisés, etc. L'antitoxine injectée dans le rectum n'aurait aucun de ces inconvénients, pourrait être donnée à plus hautes doses et fournirait des résultats thérapeutiques non moins brillants que ceux obtenus avec l'aiguille hypodermique.

» Les conclusions qu'on peut tirer des expériences faites sur les cobayes sont toutes différentes, ainsi qu'on va le voir :

» Si l'on injecte un de ces animaux avec 0^{cc},5 d'antitoxine diphtéritique contenant

près de 100 unités et que vingt-quatre heures plus tard on lui donne sous la peau une dose minima de toxine ou une goutte de culture du bacille de Klebs-Lœffler, la mort survient de vingt-quatre à trente-six heures après l'injection de toxine ou de la goutte de culture. L'œdème local est aussi volumineux que chez les animaux témoins qui survivent au moins aussi longtemps que ceux qui ont reçu l'injection rectale d'antitoxine. Les cobayes qui reçoivent sous la peau une quantité beaucoup moindre d'antitoxine dans la même expérience, vingt-quatre heures avant l'injection d'épreuve, résistent parfaitement et ne présentent pas trace d'œdème au point d'inoculation.

» L'expérience faite avec l'antitoxine du tétanos aboutit aux mêmes résultats : si l'on donne en injection rectale $0^{cc},5$ de sérum antitoxique à plusieurs millions et qu'une injection sous-cutanée d'une quantité mortelle minima de toxine tétanique soit faite, vingt-quatre heures après, au même animal, en même temps qu'à d'autres cobayes n'ayant reçu aucune injection préventive, pendant qu'une quantité infinitésimale de sérum antitoxique est donnée à un troisième lot, en injection sous-cutanée, on obtient des résultats comparables à ceux de l'observation suivante :

» Cobaye, ayant reçu l'injection rectale d'antitoxine, meurt le cinquième jour avec contractures tétaniques.

» Cobaye témoin, n'ayant pas reçu d'antitoxine, meurt le septième jour avec les mêmes symptômes.

» Cobaye ayant reçu une dose d'antitoxine équivalente au millionième de son poids, vingt-quatre heures avant l'injection de toxine, survit.

» En résumé, de ces expériences, on peut conclure que :

» 1° Chez les lapins, le chien et le cobaye tout au moins, l'injection rectale de doses relativement massives de toxines diphtéritique ou tétanique n'est suivie d'aucun effet apparent;

» 2° L'injection rectale des mêmes doses fortes de toxines, un grand nombre de fois répétée, ne produit pas le moindre degré d'immunité à l'égard de la toxine ainsi injectée;

» 3° L'injection rectale de doses d'antitoxines (*diphtérie* et *tétanos*), mille fois plus volumineuses que l'injection sous-cutanée préventive est impuissante à prévenir la mort produite par une dose minima de toxines de la diphtérie ou du tétanos;

» 4° La muqueuse rectale retient les principes des toxines et des antitoxines, si elle ne les détruit pas. Dans le cas où elle en permettrait l'absorption, il faudrait admettre que ces substances, transportées par le système porte jusqu'au foie, sont détruites par cet organe. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Recherches hydrographiques de M.* Spindler *dans le lac Peypous*. Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« M. Spindler, hydrographe russe, connu par ses recherches dans la mer Noire, le golfe Kara-Bougaz, etc., s'est occupé cette fois d'études hydrographiques dans le lac Peypous, qui se déverse, par le fleuve Narova, dans le golfe de Finlande. Il a trouvé que ce bassin, presque aussi vaste que le lac de Genève, n'a que 44 pieds = $13^{m},4$ de profondeur. L'eau y contient $0^{gr},17$ de vase par litre; par conséquent, elle est peu transparente et à la profondeur de 2^{m} ne permet pas de voir les objets qui couvrent le fond. Pendant des calmes prolongés elle se couvre d'une couche légère de végétation cryptogamique. La température de la surface du lac change avec les heures, et la différence entre la hauteur du thermomètre à 10^{h} du matin et celle de 3^{h} du soir atteint 2° C. Jusqu'à la profondeur de 32 pieds = 10^{m}, la température de l'eau est presque partout la même; mais à cette profondeur elle varie brusquement de 2° C., ce qui s'explique par le calme qui règne dans le fond du lac et l'agitation continuelle des couches superficielles. Le niveau du lac change avec les saisons de $4\frac{1}{2}$ pieds = $1^{m},5$. Il est curieux que la quantité de poissons dans le Peypous ne diminue pas avec le temps, mais augmente, probablement à cause d'une certaine régularité introduite dans la pêche. »

Mme veuve **Altschoul** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé, le 19 mars 1894, par M. *Isidore Altschoul* et dont le dépôt a été accepté.

Ce pli, inscrit sous le n° 4998, est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. Il renferme les Mémoires suivants : « Essai sur la pression hydraulique pour effectuer le mouvement d'un wagon » (renvoi à la Section de Mécanique); « Essai sur l'aimantation d'un cylindre par un courant d'air comprimé et humide » et « Essai sur la lumière électrique au moyen d'un électrophore » (renvoi à la Section de Physique); « Procédé contre l'explosion du grisou dans les houillères » (renvoi à la Section de Chimie).

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Économie rurale présente, par l'organe de son Doyen, M. Schlœsing, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante dans son sein, par suite du décès de M. *Reiset*.

En première ligne	M. Müntz.
En deuxième ligne	M. Risler.
En troisième ligne (ex æquo), *et par ordre alphabétique*	M. Laboulbène. M. Maquenne. M. Th. Schlœsing fils.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mai 1896.

Atlas photographique de la Lune, publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par M. M. Lœwy, Sous-Directeur de l'Observatoire, et M. P. Puiseux, Astronome adjoint à l'Observatoire. Premier fascicule comprenant : 1° Mémoire sur la constitution de l'écorce lunaire; 2° Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé; 3° Héliogravures d'après les agrandissements sur verre de trois clichés des années 1894 et 1895. Paris, Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-4° et 6 Planches in-f°. (Présenté par M. Maurice Lœwy.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart. Mai 1896. Tome VIII. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : M. E. Mascart. Nos 107 à 113; in-4°.

Guérison radicale de la Syphilis, par M. le Dr J.-F. Larrieu (de Monfort l'Amaury). Bourges, Tardy-Pigelet, 1894; in-8°. (Présenté par M. d'Abbadie.)

Cours de Géologie, par M. F. Priem, Agrégé des Sciences naturelles, Professeur au Lycée Henri IV. Paris, ancienne maison Quantin, 1896; vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Cours de Géométrie descriptive et de Géométrie infinitésimale, par M. Maurice d'Ocagne, Professeur à l'École des Ponts et Chaussées, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. J. Bertrand.)

Chez nos aïeux. Un siècle d'observations, 1677-1789, par M. Ch. Lemenestrel. Dreux, Achard, 1895; in-18.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Séance du 28 avril 1896. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Ministère de l'Agriculture. Bulletin. Documents officiels. Statistique. Rapports. Comptes rendus de missions en France et à l'Étranger. N° 1. Paris, Imprimerie nationale, mars 1896; 1 vol. in-8°.

Journal d'Hygiène; Climatologie, publié par M. le Dr Prosper de Pietra Santa. 30 avril 1896. Paris, Chaix; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : M. Albert Robin, Professeur agrégé de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Doin; fasc. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1896. Mars; Cracovie, 1896; in-8°.

Revista geral dos trabalhos, publicação periodica, descriptiva e estatistica, feita com autorisação do Governo do Estado, sob a direcção do Engenheiro chefe : M. Franciso Bicalho. II. fevereiro de 1896. Rio de Janeiro, H. Lombaerts, 1896; vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 mai 1896.

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal, par M. Gaston Darboux, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences. Quatrième Partie : *Déformation infiniment petite et représentation sphérique*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par M. Darboux.)

Traité de Mécanique rationnelle, par M. Paul Appell, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences. Tome deuxième : *Dynamique*

des systèmes. Mécanique analytique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par M. Appell.)

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Les Lapidaires de l'antiquité et du moyen âge, Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique et de l'Académie des Sciences, par M. F. de Mély. Tome I : *Les Lapidaires chinois.* Introduction, texte et traduction avec la collaboration de M. H. Courel. Paris, Ernest Leroux, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Berthelot.)

Les applications mécaniques de l'énergie électrique, par M. J. Laffargue, Ingénieur-Électricien, ancien Directeur de l'Usine municipale d'électricité des Halles centrales de la ville de Paris. Paris, J. Fritsch, 1895; 2 vol. in-16. (Présenté par M. Lippmann.)

La Lèpre. Observations et expériences personnelles, par M. le Dr Jules Goldschmidt. Paris, 1894; 1 vol. in-8°.

Recherches sur l'origine probable des formations lunaires, par M. P. Puiseux. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Tisserand.)

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. T. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1896; in-4°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. Mai 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie.* Juin 1896. Directeur : M. Joseph Vinot; in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : M. Louis Olivier. 30 avril 1896. Paris, Georges Carré; in-4°.

Archives d'Électricité médicale, expérimentale et clinique. Recueil mensuel fondé et publié par M. J. Bergonié, Professeur de Physique médicale à la Faculté de Médecine de Bordeaux. Tome II. Deuxième année. Bordeaux, Féret et fils, 1894; 1 vol. in-4°.

Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble. 1894-1895. Tome III. Grenoble, Allier père et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the California Academy of Sciences. Second series. Volume V. Part I. San Francisco, 1895; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 mai 1896.)

Note de M. *Maurice Hamy*, Sur le développement approché de la fonction perturbatrice dans le cas des inégalités d'ordre élevé :

Page 982, note, *au lieu de*

$$v - (1 - 2\theta\cos\psi)v + 2\theta = 0,$$

lisez

$$v^3 - (1 - 2\theta\cos\psi)v + 2\theta = 0.$$

Page 983, ligne 13, *au lieu de* compris entre o et π, *lisez* compris entre $-\pi$ et π.

Note de MM. *Victor Chabaud* et *D. Hurmuzescu*, Sur la relation entre le maximum de production de rayons X, etc. :

Page 996, ligne 8, *au lieu de* 80^{mm}, *lisez* 80^{cm}.